Bibliographie:
http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/free_downloads.htm#allemand

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN

DER URKNALL



Deutsch

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

DAS KOSMODRAMA

ZEIT	TEMPERATUR	DICHTE	EREIGNISSE
VORHER	$T > 10^{13}$ GRAD	$> 10^{17}$ g/cm^3	?...
1 MILLIONSTEL SEKUNDE	15 BILLIONEN GRAD	THERMISCHES GLEICHGEWICHT	UNDIFFERENZIERBARE SUPPE AUS PHOTONEN, NEUTRINOS, ANTINEUTRINOS (DAS PHOTON IST SEIN EIGENES ANTITEILCHEN), PROTONEN, ANTIPROTONEN, NEUTRONEN, ANTINEUTRONEN, ELEKTRONEN UND ANTIELEKTRONEN (POSITRONEN)
1/100 SEKUNDE	150 MILLIARDEN GRAD	1,5 MILLIARDEN g/cm^3	VERNICHTUNG DER HADRONEN (PROTONEN, ANTIPROTONEN; NEUTRONEN, ANTINEUTRONEN). NUR EINS VON EINER MILLIARDE BLEIBT ÜBRIG. DER REST HAT SICH MIT DEN ANTIHADRONEN PAARWEISE VERNICHTET UND DABEI PHOTONEN ERZEUGT.
1/10 SEKUNDE	50 MILLIARDEN GRAD		NICHTS BESONDERES. ZU HEIß FÜR DIE ERZEUGUNG VON ATOMKERNEN.
1 SEKUNDE	15 MILLIARDEN GRAD	150 000 g/cm^3	DIE NEUTRINOS FÜHREN IHR EIGENES LEBEN. SIE WECHSELWIRKEN NICHT MEHR MIT DER MATERIE.
13 SEKUNDEN	4 MILLIARDEN GRAD	1000 g/cm^3	VERNICHTUNG DER ELEKTRONEN UND POSITRONEN. AUCH HIER BLEIBT NUR EINS VON EINER MILLIARDE ÜBRIG.
3 MINUTEN	1 MILLIARDE GRAD	5 g/cm^3	NUKLEOSYNTHESE: BILDUNG VON HELIUMKERNEN. VERSCHWINDEN DER FREIEN NEUTRONEN (LEBENSDAUER: 1013 SEKUNDEN)
35 MINUTEN	300 MILLIONEN GRAD	0,03 g/cm^3	DIE NUKLEOSYNTHESE IST ABGESCHLOSSEN: 27% HELIUM, 73% WASSERSTOFF
800 000 JAHRE	3000 GRAD		NACH DER VERNICHTUNG FAST ALLER MATERIE UND ANTIMATERIE DURCHLEBTE DAS UNIVERSUM EINE STRAHLUNGSÄRA, IN DER DIE ENERGIE-MASSE HAUPTSÄCHLICH IN FORM VON STRAHLUNG VORLAG. WENN DIE TEMPERATUR AUF 3000 GRAD ABGESUNKEN IST, BILDEN SICH NEUTRALE ATOME, UND DIE PHOTONEN HÖREN AUF, MIT DER MATERIE ZU WECHSELWIRKEN: „DURCHSICHTIGES" UNIVERSUM
100 MILLIONEN JAHRE	$T_S = -150°C$ $T_M = -268°C$	10^{-26} g/cm^3	DA DIE NEUTRALEN WASSERSTOFF- UND HELIUMATOME DURCH DIE PHOTONEN NICHT MEHR AUFGEHEIZT WERDEN, FÄLLT DIE TEMPERATUR DER MATERIE SCHNELLER. BILDUNG DER GALAXIEN UND DER ERSTEN STERNE.
13 MILLIARDEN JAHRE			ENTSTEHUNG DER ERDE
14 MILLIARDEN JAHRE			ENTSTEHUNG DES LEBENS
HEUTE (18 MRD. JAHRE)	$T_S = -270°C$ (3K)	$5 \cdot 10^{-31}$ g/cm^3	ERFINDUNG DER ATOMBOMBE...

PROLOG



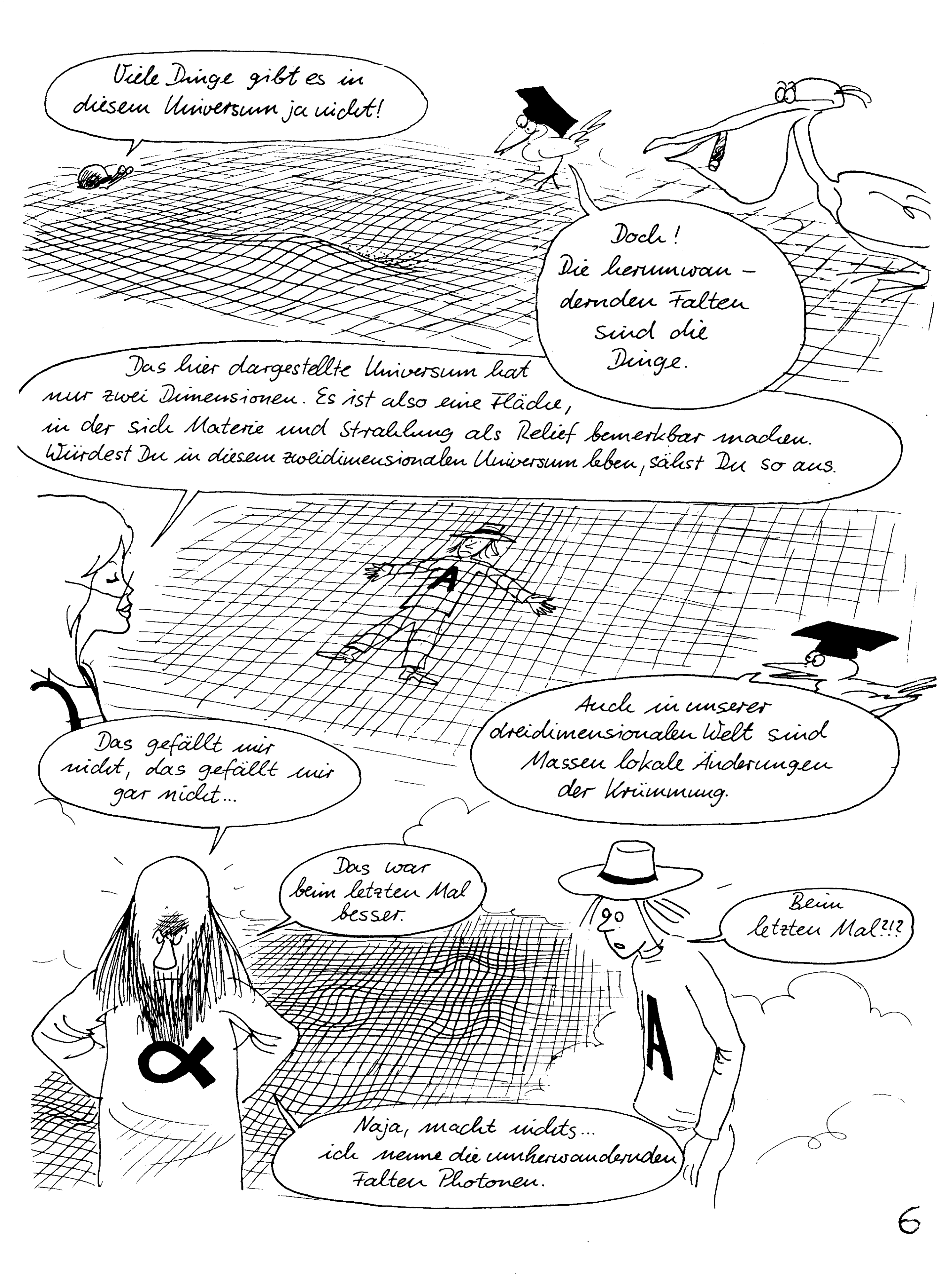
Weißt Du, Sophie, ich frage mich oft, woher die Dinge kommen... wie das Universum entstanden ist...
War alles schon immer so? Die Erde, der Himmel?
War der Himmel schon immer blau?
Leuchteten die Sterne schon immer vor einem schwarzen Hintergrund?
Am Anfang war das Universum ganz klein und sehr heiß: eine winzige Hölle
und dann ist alles in die Luft geflogen?
Ja, aber das ist eine lange Geschichte. Um sie zu erzählen, müssen wir die Zeit sehr, sehr weit zurückdrehen.
Oh, seht mal da!


Was ist das
für ein sonderbares
Ding?
JETZT
800 000 Jahre
35 min
13 sec
1 sec
1/10 sec
1/100 sec
NULL
VERSUCH
LÄUFT –
NICHT
BERÜHREN
Sieht aus
wie ein
Chronotron
Diese Skala ...
findet Ihr das alles
nicht seltsam?
Plötzlich ...
Tiresias,
geh' da weg!!!
A
Hilfe!!!
KLONG!
NULL

WIE ALLES ANFING

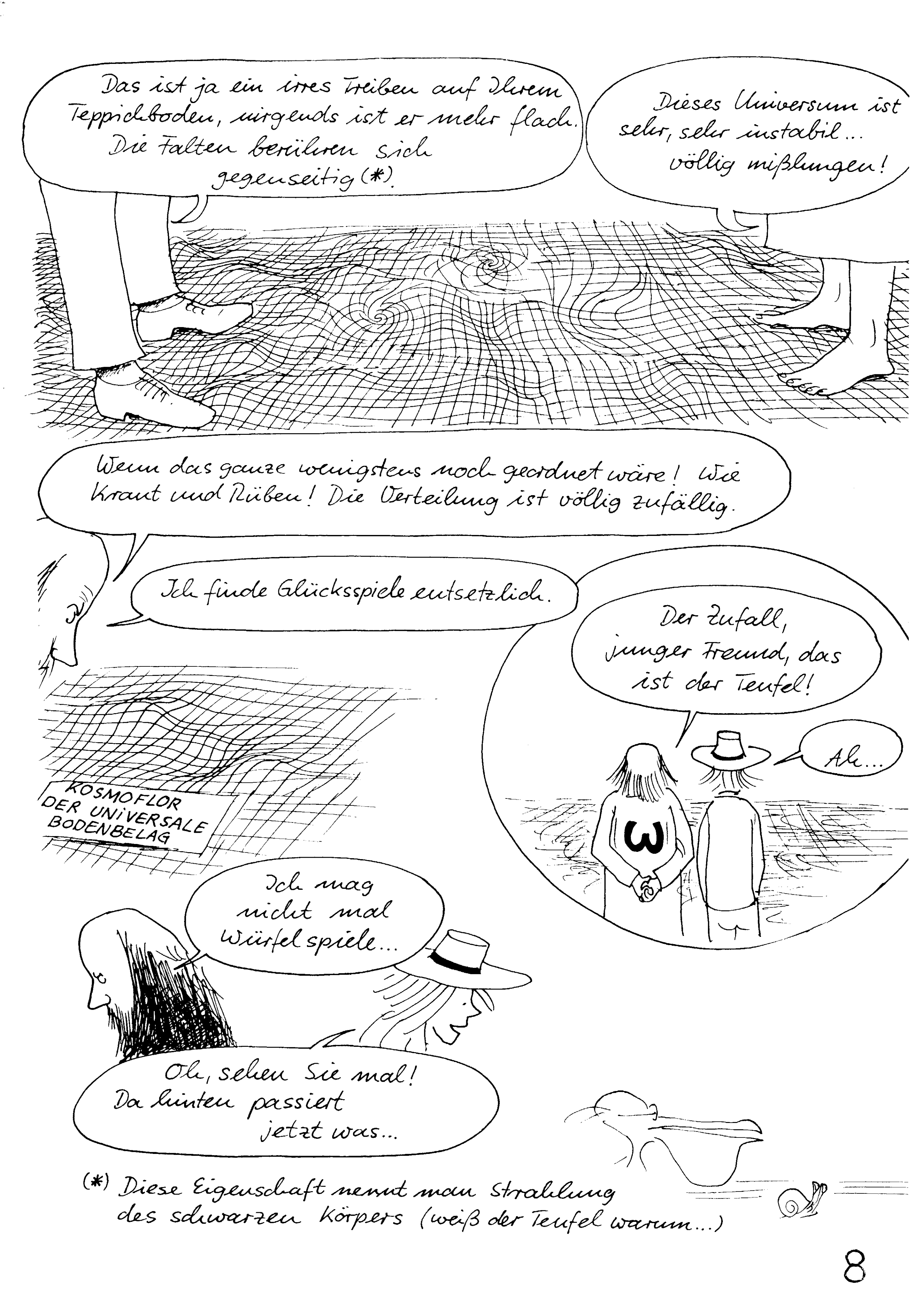



Wieder nichts!
Man hat mich reingelegt...
Wenn Sie einen Teppichboden verlegen wollen, stellen Sie sich etwas ungeschickt an!
Der Typ scheint Schwierigkeiten mit seinem Teppich zu haben.
Entsetzlich... überall Falten!
Es ist doch ganz normal, daß Falten entstehen. Sie wollen zuviel unterbringen. Der Teppich ist zusammengedrückt...
Tsss... ohne Kompression wäre keine Energie da: es gäbe nur Raum...
Wenn die Falten wenigstens gleichmäßig wären! Aber es sind lokale Unebenheiten, die als Wellenpakete chaotisch umherlaufen... und das mit dreihunderttausend Kilometern pro Sekunde.
Das ist quantenhaft... teuflisch quantenhaft...
Was ist das?

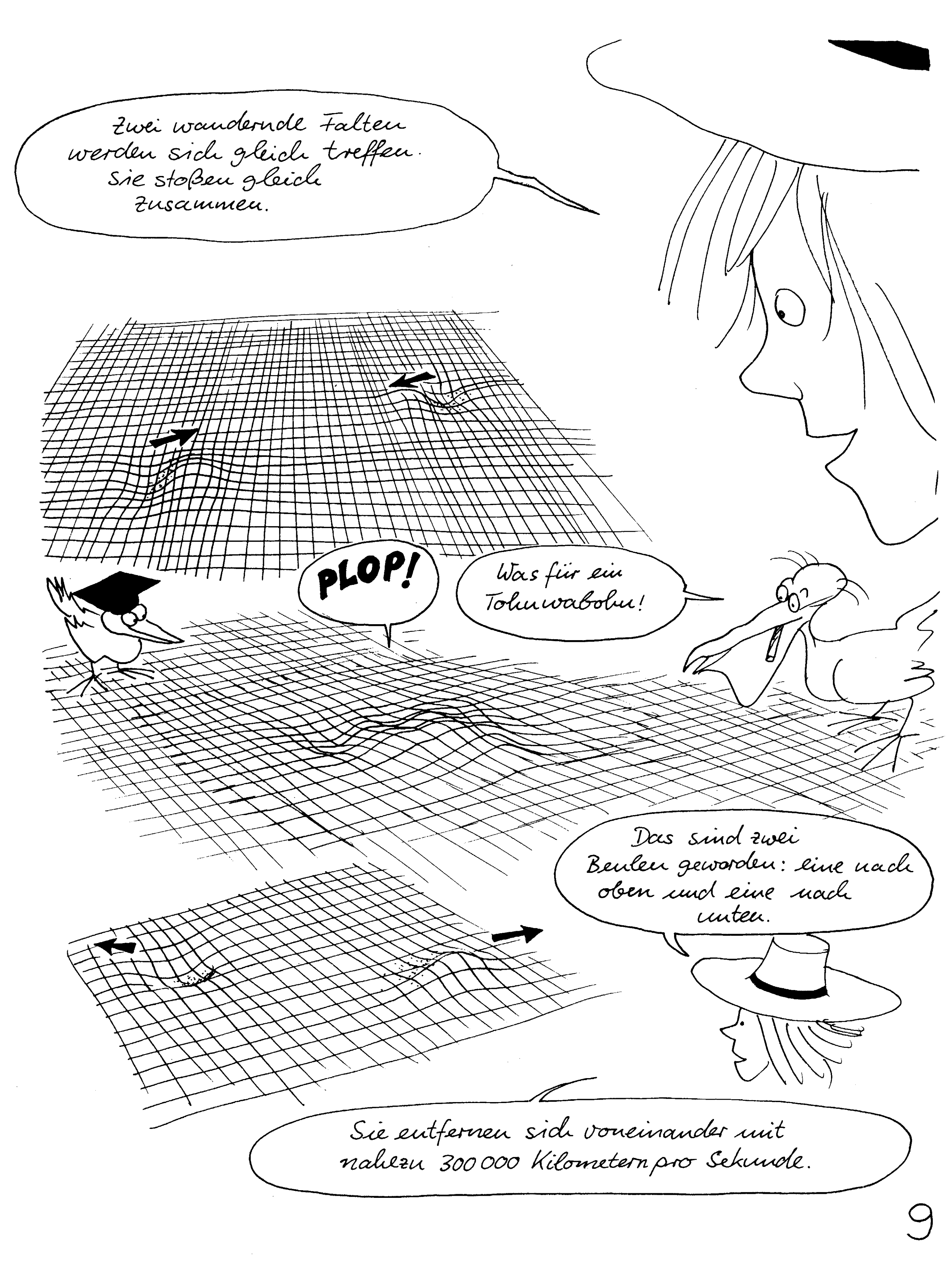


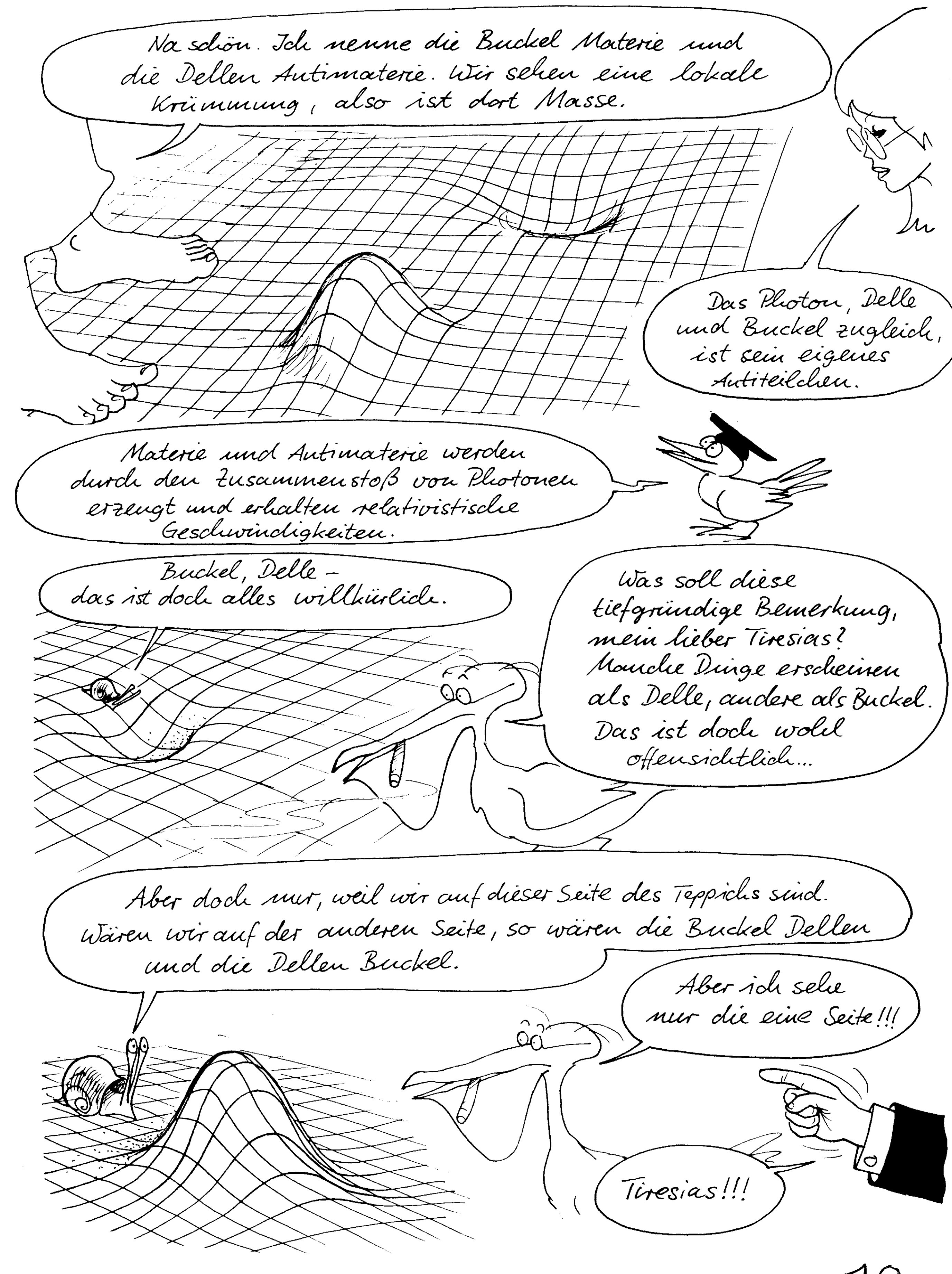
Viele Dinge gibt es in diesem Universum ja nicht!
Doch! Die herumwandernden Falten sind die Dinge.
Das hier dargestellte Universum hat nur zwei Dimensionen. Es ist also eine Fläche, in der sich Materie und Strahlung als Relief bemerkbar machen. Würdest Du in diesem zweidimensionalen Universum leben, sähst Du so aus.
A
Das gefällt mir nicht, das gefällt mir gar nicht...
Auch in unserer dreidimensionalen Welt sind Massen lokale Änderungen der Krümmung.
Das war beim letzten Mal besser.
Beim letzten Mal?!?
A
Naja, macht nichts... ich nenne die umherwandernden Falten Photonen.


Ach Gott, ach Gott! Da ist ja noch was...
Was denn?
Die Flocken sicht nur aus, die wirbeln auch. Eine schöne Bescherung!
Sehen Sie sich das an! Die sind ja überall!!!
Die sehen wie kleine Strudel aus... als würde man mit der Hand ein Bettlaken so verdrehen.
Merkwürdig. Manche drehen sich rechts, manche links herum.
Sie laufen mit 300 000 km/s, genau wie Ihre Photonen.
Ich nenne diese wandernden Wirbel Neutrinos, wenn sie sich so herum drehen,
und Antineutrinos wenn sie sich andersherum drehen.



(*) Diese Eigenschaft nennt man Strahlung des schwarzen Körpers (weiß der Teufel warum...)


Zwei wandernde Falten werden sich gleich treffen. Sie stoßen gleich zusammen.
PLOP!
Was für ein Tohuwabohu!
Das sind zwei Beulen geworden: eine nach oben und eine nach unten.
Sie entfernen sich voneinander mit nahezu 300 000 Kilometern pro Sekunde.


Na schön. Ich nenne die Buckel Materie und die Dellen Antimaterie. Wir sehen eine lokale Krümmung, also ist dort Masse.
Hm
Das Photon, Delle und Buckel zugleich, ist sein eigenes Antiteilchen.
Materie und Antimaterie werden durch den Zusammenstoß von Photonen erzeugt und erhalten relativistische Geschwindigkeiten.
Buckel, Delle – das ist doch alles willkürlich.
Was soll diese tiefgründige Bemerkung, mein lieber Tiresias? Manche Dinge erscheinen als Delle, andere als Buckel. Das ist doch wohl offensichtlich...
Aber doch nur, weil wir auf dieser Seite des Teppichs sind. Wären wir auf der anderen Seite, so wären die Buckel Dellen und die Dellen Buckel.
Aber ich sehe nur die eine Seite!!!
Tiresias!!!


Man darf nicht mal mehr Witze machen...
?...
Immer diese akademischen Sittenwächter!
Warten Sie mal! Da... wenn ein Buckel und eine Delle langsam genug aufeinandertreffen, entstehen wieder zwei wandernde Falten. Das ist der umgekehrte Vorgang.
Hm... einfach die Vernichtung eines Teilchens und seines Antiteilchens.
Das ergibt zwei Photonen.
So ein Tohuwabohu!
Hm...

Die Entstehung und Vernichtung von Teilchen vollzieht sich in einem unbändigen Wechsel. In dieser chaotischen Welt, dieser Welt der Veränderung, gibt es keine Strukturen. Nur ein Gewimmel von Photonen, Neutrinos und Antineutrinos, von zahlreichen flüchtigen Teilchen und Antiteilchen: Das ist das Tohuwabohu (*).

Das erinnert mich an die Sexonen.

Was sind Sexonen?

Das sind Teilchen, die ihre Zeit damit verbringen, sich zu vermehren.

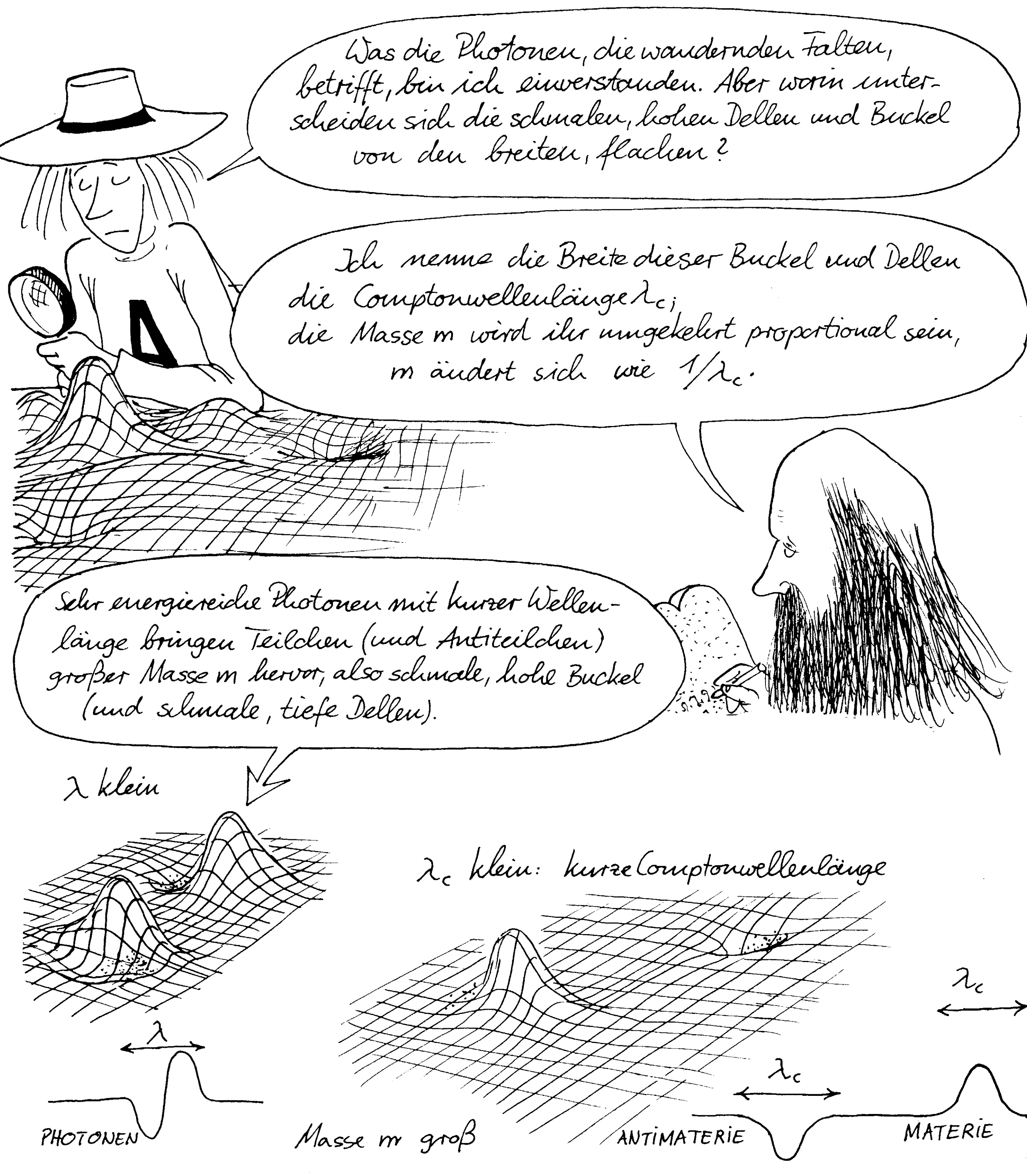
Anscheinend haben die wandernden Falten sehr verschiedene Breiten, genauso wie es Buckel gibt, die schmal und hoch, und solche, die breit und flach sind.

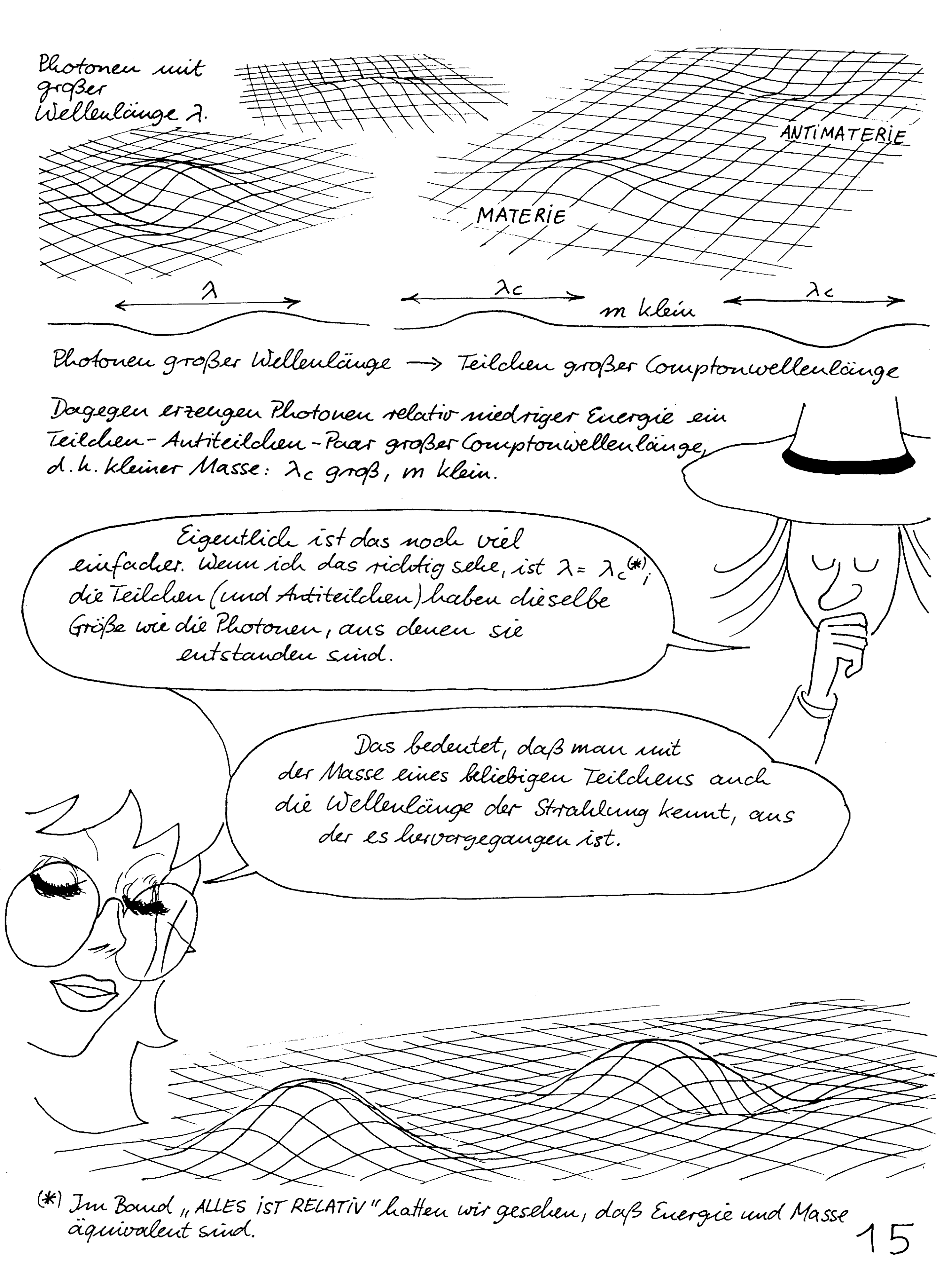
(*) Siehe DIE BIBEL



Die Breite der wandernden Falten, der Photonen, nenne ich Wellenlänge λ.
Ich will einmal eine wandernde Schwingung erzeugen, indem ich dieses Seil bewege. Zuerst bewege ich es langsam, ich stecke wenig Energie hinein, die Wellenlänge λ ist groß.
Jetzt bewege ich es schneller, ich führe ihm mehr Energie zu, und die Wellenlänge λ ist deutlich kürzer.
Hilfe!
Je mehr Energie eine Welle transportiert, desto kleiner ist also ihre Wellenlänge.
Sagen wir, die von einem Photon, d.h. von einem Lichtkörnchen transportierte Energie sei umgekehrt proportional zu seiner Wellenlänge λ: E ändert sich mit 1/λ.
So wird's wohl gehen...

JE KLEINER, DESTO SCHWERER



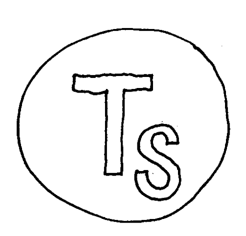


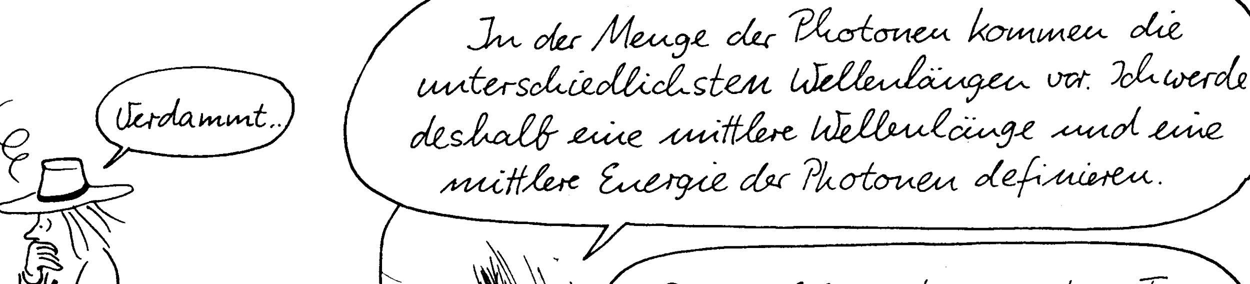
(*) Im Band „ALLES IST RELATIV" hatten wir gesehen, daß Energie und Masse äquivalent sind.


He! Warten Sie! In dieser Geschichte ist noch der Wurm drin. Das geht doch überhaupt nicht.
Oh, Verzeihung!
BING
!!!
Protonen und Neutronen haben fast dieselbe Masse. Sie haben also auch dieselbe Größe. Aber das Elektron ist viel leichter. Logischerweise müßte es dann ... größer sein !?!
Ganz richtig. Proton und Neutron wiegen 1,67 · 10-27 kg. Das Elektron wiegt 9,1 · 10-31 kg. Es ist also 1835mal leichter, demnach auch 1835 mal "größer".
Ich ... äh ... oh ...
Hast Du schon mal ein Proton gesehen?
Äh ... nein ...
Na also!

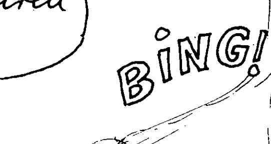

Ja, ja,
die Schöpfung von heute.
Was soll das werden?
Ich bastle ein einigermaßen realistisches Wasserstoffatom, mit einem dicken Elektron und einem winzigen Proton als Kern.
Ach Gott, ach Gott! Was für ein Chaos... na ja Kinder, ihr helft mir wenigstens Ordnung in dieses Durcheinander zu bringen.

DIE TEMPERATUR DER STRAHLUNG





ZUSTAND DES THERMO-

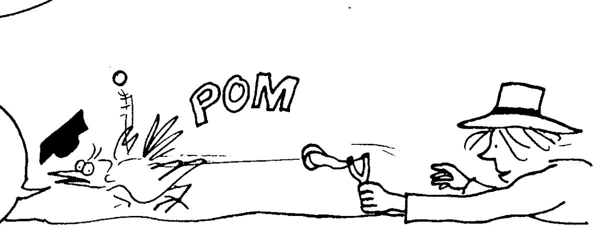


DIE TEMPERATUR DER MATERIE

T_M

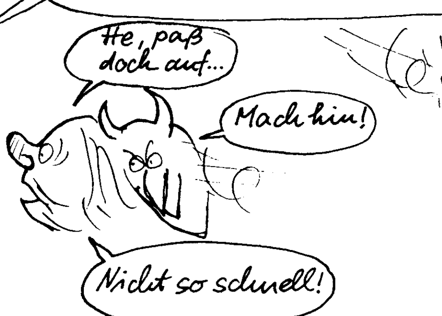
All diese Materieteilchen haben unterschiedlichste Massen m und Geschwindigkeiten v. Die kinetische Energie eines einzelnen Teilchens ist $1/2\, mv^2$. Man kann für eine solche Population eine mittlere kinetische (thermische) Energie definieren.

Und die Temperatur der Materie T_M ist dann das Maß für die mittlere Energie dieser thermischen Bewegung.



DYNAMISCHEN GLEICHGEWICHTS

Wenn ein Teilchen zu viel Energie hat, d.h. wenn es zu „heiß" ist, wird es beim Stoß mit einem anderen Teilchen abgebremst. Ist es zu langsam, so wird es durch den Stoß beschleunigt. Wenn die energetische Kopplung der Teilchenarten durch Stöße hinreichend stark ist, werden die Temperaturen gleich; und sie bleiben gleich, wenn man das Gemisch entspannt oder komprimiert.







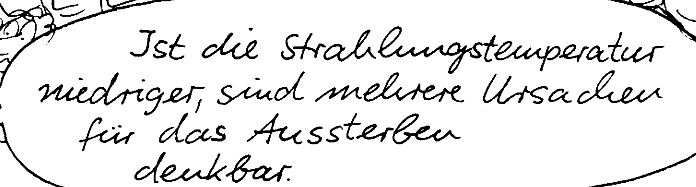

So ein Gewimmel! Teilchen und Antiteilchen entstehen und sterben mit einer infernalen Geschwindigkeit.
Was sind die Bedingungen für die Erzeugung eines Teilchen-Antiteilchen Paares?
DIE SCHWELLEN-TEMPERATUR
Um ein Paar aus Teilchen und Antiteilchen zu erzeugen, von denen jedes die Masse m hat, wird die Energie 2mc² gebraucht. Sie wird von einem Photonenpaar geliefert, dessen Energie gleich oder größer ist.
m
m
E ≥ mc²
E ≥ mc²
Ist die mittlere Energie der Photonen kleiner als der Schwellenwert mc², dann ist die Strahlungstemperatur Ts zu niedrig, und die Teilchen können nicht mehr entstehen.
Ja, ja...
E < mc²
m
E < mc²
m

DIE ENTSTEHUNG DER ARTEN

Um das Überleben einer Art zu sichern, ist eine hohe Produtionsrate erforderlich.

Sieh mal an, Sexonen!

Das bedeutet, daß die Strahlungstemperatur T_S größer als die Schwellentemperatur der Spezies sein muß.



Ist die Strahlungstemperatur niedriger, sind mehrere Ursachen für das Aussterben denkbar.

Dann kommen alle möglichen verhängnisvollen Begegnungen.

Die bedrohlichste Vernichtung ist die mit einem Antiteilchen.

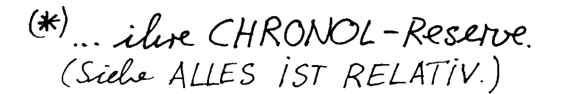
PLOP

Der Kosmos ist ein gefährliches Pflaster.

Schließlich haben die Teilchen ihre eigene Lebensdauer(*). Wenn diese abgelaufen ist, zerfallen sie spontan in andere Teilchen und in Strahlung.

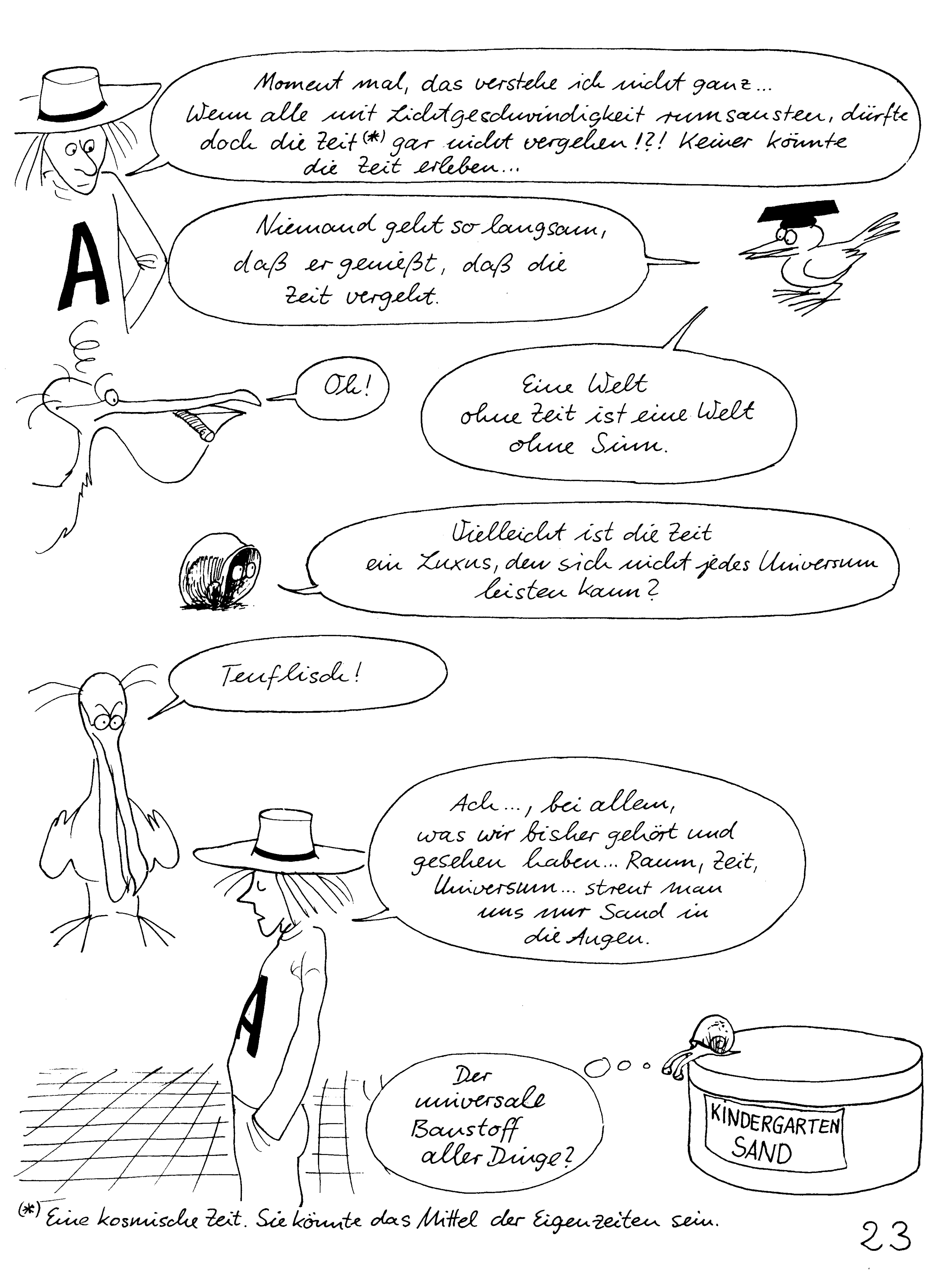


Überdauern ist das Problem...



(*) ... ihre CHRONOL-Reserve.
(Siehe ALLES IST RELATIV.)


Welche Temperatur haben wir?
Nimm ein Photon und miß seine Wellenlänge λ!
Mensch, zwanzig Billionen Grad (2×10¹³K)!
Es scheint ungefähr gleichviele Photonen, Neutrinos, Protonen, Neutronen, Elektronen und ihre Antiteilchen zu geben.
Bei so hohen Temperaturen ist jeder relativistisch. Selbst Materieteilchen bewegen sich fast mit Licht-geschwindigkeit.
In ALLES IST RELATIV hatten wir gesehen, daß die Eigenzeit eines Teilchens langsam erstarrt, wenn sich seine Geschwindigkeit der Lichtgeschwindigkeit nähert.



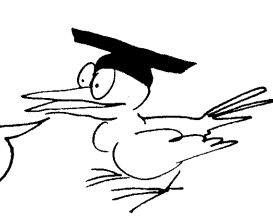
(*) Eine kosmische Zeit. Sie könnte das Mittel der Eigenzeiten sein.

DIE ELEMENTARTEILCHEN

Steht nicht so herum. Helft mir lieber, etwas Ordnung in dieses Durcheinander von Elementarteilchen zu bringen.

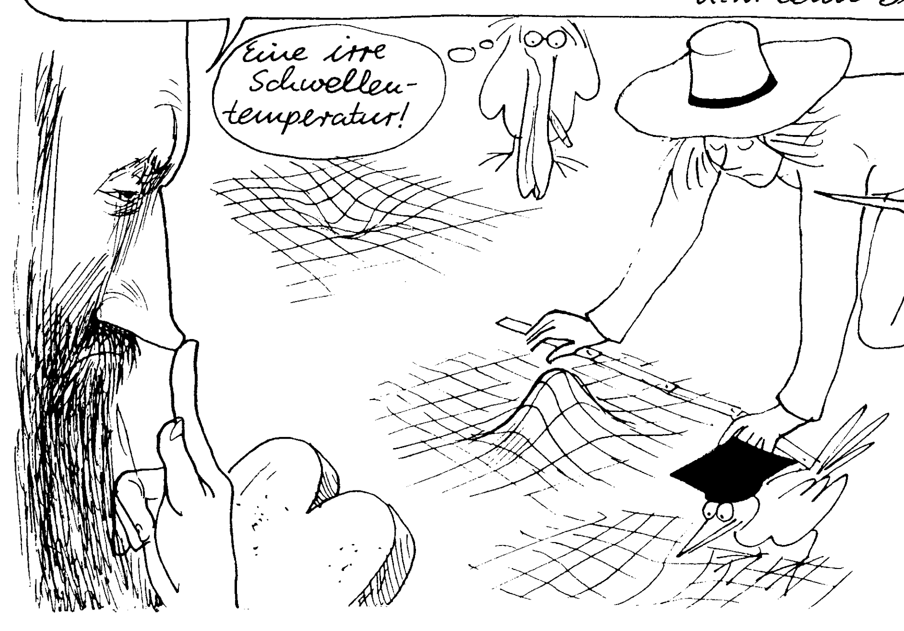


Die hier haben eine sehr kurze Comptonwellenlänge λ_c.



Das sind Hyperonen. Sie gehören zu den Hadronen und haben die größte Masse von allen.

Dann kommen die anderen Hadronen. Das Proton und das Neutron (sowie das Antiproton und das Antineutron) gehören dazu. Ich nenne sie auch Nukleonen. Um diese Teilchen zu erzeugen, ist eine Strahlungstemperatur von mehr als 10^{13} K nötig, d.h. zehn Billionen Grad.



Die Comptonwellenlänge von Protonen und Neutronen ist $1{,}32 \cdot 10^{-13}$ cm, ein Achttausendstel eines Milliardstel cm.





(*) Aus dem griechischen „leptos" = schmächtig

ALLES MACHT SICH DAVON



Der große Knall (*) war nun nicht mehr aufzuhalten. Die Situation war furchtbar chronogen: Das Chronotron lief los und zeigte den ersten Augenblick, das erste Ereignis an.

Genau was ich befürchtet habe: alles läuft davon!

Was, alles haut ab?...

Der Teppichboden... er dehnt sich aus...

Gott, ach Gott!

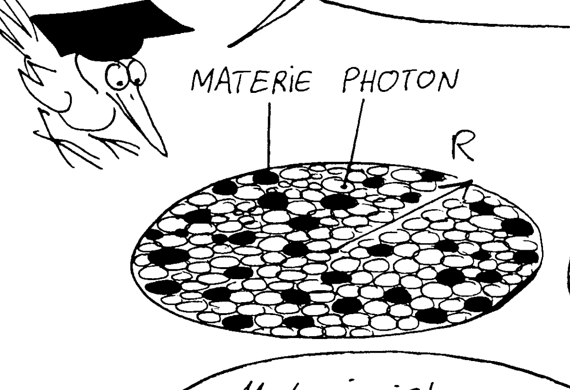
Schnell...

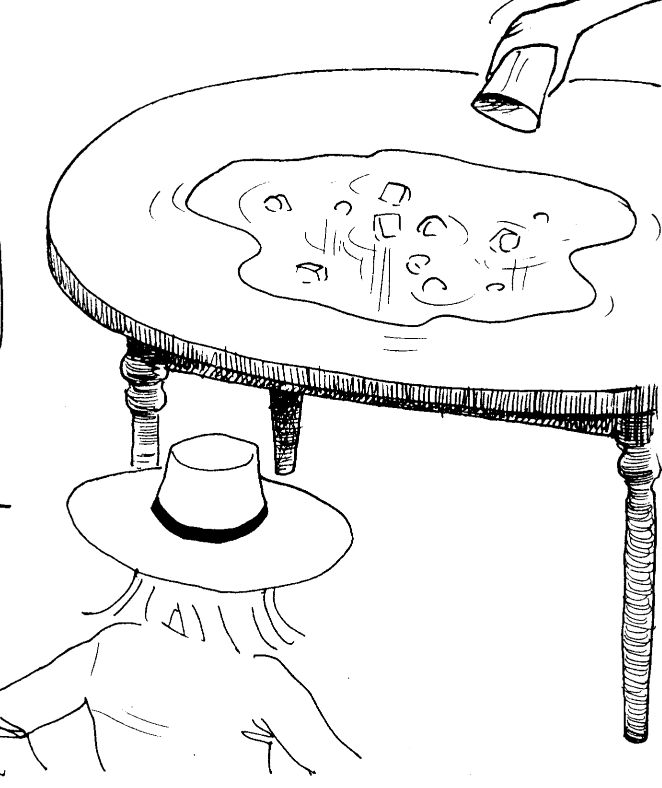
Das ist ein Ding!

(*) BIG BANG: der Urknall


Wo seid Ihr?
Was ist los?
Die Expansion!...
Das Universum dehnt sich aus.
Sie entschuldigen mich bitte...
Ich gehe ins Anderswo.
Diese Veränderungen kann ich nicht ertragen.
He!!!
Ihr werdet sehen, es wird sich bald wieder etwas beruhigen.
Heh, der läßt uns im Stich!
Adieu,
macht schön weiter.
Wieder nichts!
Wo ist er hin?...
Sieht aus wie ein Kanaldeckel. Sind das die Katakomben des Universums?

DIE ERHALTUNG DER MASSE







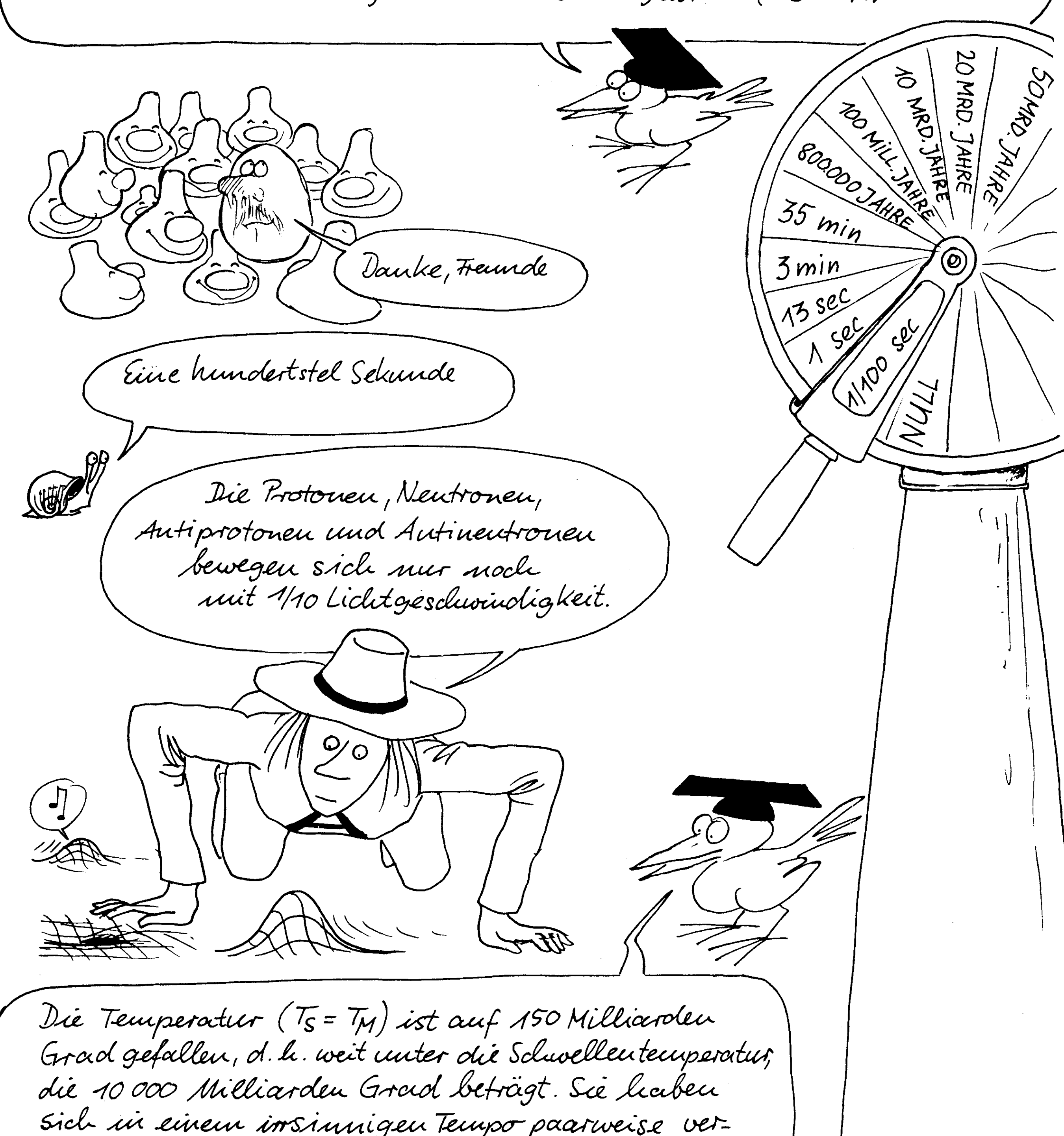
(*) von „kosmos": Universum und „topos": Ort, Gegend (der Lebensraum des Universums)



Das Universum vergrößert den Raum wie ein Luftballon beim Aufblasen seine Oberfläche. Je mehr Zeit vergeht, desto größer ist der Weg, den ein Teilchen zwischen zwei Punkten durchlaufen muß. Wenn sich die Ausdehnung des Universums verdoppelt, nimmt die Geschwindigkeit der Teilchen auf die Hälfte ab. Die kinetische Energie ist also nur noch 1/4: Die Geschwindigkeit ändert sich wie der Kehrwert des Radius R des Universums, die Temperatur T_M wie $1/R^2$.

Aber wir haben doch gerade gesehen, daß die Strahlungstemperatur mit $1/R$ abnimmt. Wird etwa die Materie schneller kalt?

Ah... ich werde müde...



In der Tat. Allerdings wärmen die Stöße mit den Photonen die Materie immer wieder auf. Weil die Stöße sehr häufig sind, besteht eine Zeitlang thermisches Gleichgewicht ($T_S = T_M$).
Danke, Freunde
50 MRD. JAHRE
20 MRD. JAHRE
10 MRD. JAHRE
100 MILL. JAHRE
800.000 JAHRE
35 min
3 min
13 sec
1 sec
1/100 sec
NULL
Eine hundertstel Sekunde
Die Protonen, Neutronen, Antiprotonen und Antineutronen bewegen sich nur noch mit 1/10 Lichtgeschwindigkeit.
Die Temperatur ($T_S = T_M$) ist auf 150 Milliarden Grad gefallen, d. h. weit unter die Schwellentemperatur, die 10 000 Milliarden Grad beträgt. Sie haben sich in einem irrsinnigen Tempo paarweise vernichtet, und nur noch eins von einer Milliarde ist übriggeblieben. Dies ist das Ende der Hadronenära.


Sophie, die meisten Protonen, Neutronen, Antiprotonen und Antineutronen sind verschwunden. Warum sind denn noch immer so viele Elektronen und Positronen (Antielektronen) da?
Die Schwellentemperatur der Elektronen beträgt doch nur sechs Milliarden Grad.
Hören Sie, nur sechs Milliarden Grad.
Es scheint frisch zu werden.
Es ist sonderbar: Die Temperatur ist 150 Milliarden Grad. Die übriggebliebenen Nukleonen bewegen sich mit 1/10 Lichtgeschwindigkeit. Aber die Elektronen sind immer noch relativistisch.
Ja, warum?

Das Medium ist noch immer im thermischen Gleichgewicht: Die Kopplung zwischen den einzelnen Spezies und der Strahlung ist immer noch intensiv, und die kinetischen Energien der Materieteilchen sind im Mittel gleich: $1/2 m_{Proton} (v_{Proton})^2 = 1/2 m_{Elektron} (v_{Elektron})^2$.



Warte mal... Die Masse des Elektrons ist 1835 mal kleiner als die des Protons. Also ist die Geschwindigkeit des Elektrons bei einer gegebenen Temperatur zwangsläufig viel größer.

In der Tat. Da die Schwellenenergie für die Erzeugung eines Teilchens der Masse m einfach mc^2 ist, hört die Erzeugung dieser Teilchen auf, sobald sich das Medium soweit abgekühlt hat, daß die Geschwindigkeit v deutlich kleiner als c ist: die Entvölkerung beginnt.



Anders ausgedrückt: Sobald eine Population von Materieteilchen aufhört relativistisch zu sein, wird sie dezimiert.

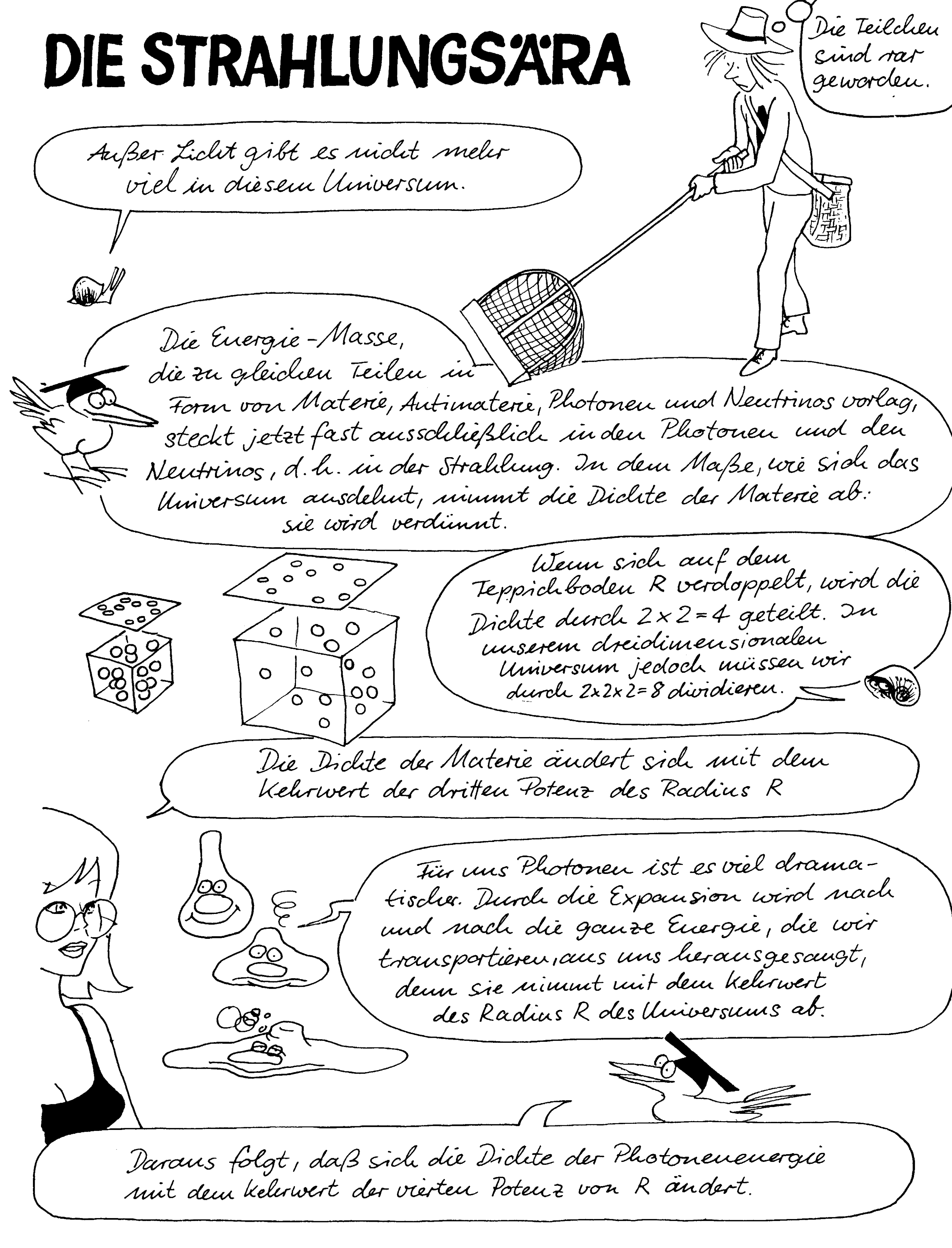



Dreizehn Sekunden
Die Temperatur ist auf vier Millionen Grad gesunken.
50 MRD. JAHRE
20 MRD. JAHRE
10 MRD. JAHRE
100 MILL. JAHRE
800.000 JAHRE
35 min
3 min
13 sec
1 sec
1/100 sec
NULL
A
Oh, sehen Sie mal, die Elektronen und Antielektronen verschwinden.
Klar, wir sind unterhalb ihrer Schwellentemperatur.
Das Ende der Leptonenära – ein kosmologisches Massaker!
Auch hier bleibt nur eins von einer Milliarde übrig.
So eine Verschwendung...



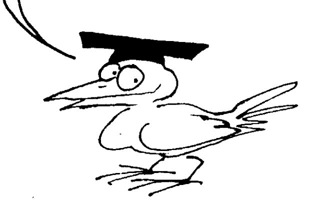
Um ein Haar wären nur noch die Photonen übriggeblieben. Noch mal Glück gehabt...
Vielleicht gibt es im Anderswo ein Universum, das nichts geworden ist...
Es ist eines der größten Rätsel in der Kosmologie, warum sich Materie und Antimaterie nicht gegenseitig ganz vernichtet haben.
Es ist immer dasselbe an dieser Stelle der Geschichte: Das Problem der Antimaterie wird unter den Tisch gekehrt. Sssst! und weg ist sie...
Tiresias, ich erinnere Sie an unsere Vereinbarung: Nur Tatsachen! Keine wilden Spekulationen!
Ich habe die Nase voll von diesen akademischen Sittenwächtern.
Pssst!...

DIE STRAHLUNGSÄRA



Solange die Materie an die Photonen gekoppelt ist, wird sie von den Photonen ständig erwärmt. Dieser Zustand hält an, bis nach 800.000 Jahren die gemeinsame Temperatur $T_S = T_M$ auf 3.000 K gefallen ist.

DIE NUKLEOSYNTHESE



Na schön ... im Vergleich zur Situation in der ersten hundertstel Sekunde, wie sie auf Seite 31 beschrieben wurde, hat sich das Universum um einen Faktor 150 vergrößert und die Temperatur ($T_S = T_M$) ist auf 1 Milliarde Grad abgesunken. Jetzt ist nicht mehr viel los ...

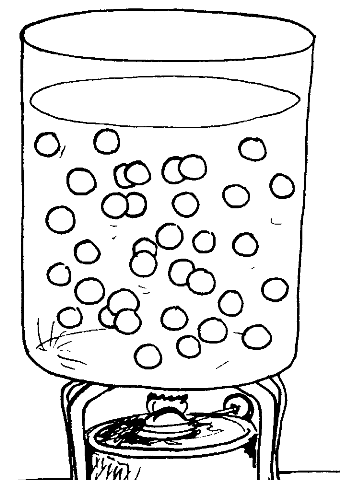
Da sind zwei Buckel. Ich werde versuchen, sie zusammenzuschieben.

20 MRD. JAHRE
10 MRD. JAHRE
100 MILL. JAHRE
800.000 JAHRE
35 min
3 min
13 sec
1 sec
1/100 sec
NULL


Sie stoßen sich ab.
PLOK
Jetzt ziehen sie sich an und bilden ein einziges Objekt.
Wenn zwei Buckel zusammenstoßen, können drei verschiedene Fälle eintreten: Bewegen sie sich langsam, werden sie abgelenkt und laufen voreinander weg.
Oh, Verzeihung...
Bewegen sie sich sehr schnell, durchkreuzen sie sich so rasch, daß keine Zeit zur Wechselwirkung bleibt.
?...
Innerhalb eines sehr engen Bereiches der Geschwindigkeiten jedoch, kommt es zu einer Vereinigung.
Und ein Zusammenstoß mit einem dritten Element zerstört die so gebildete Struktur wieder.

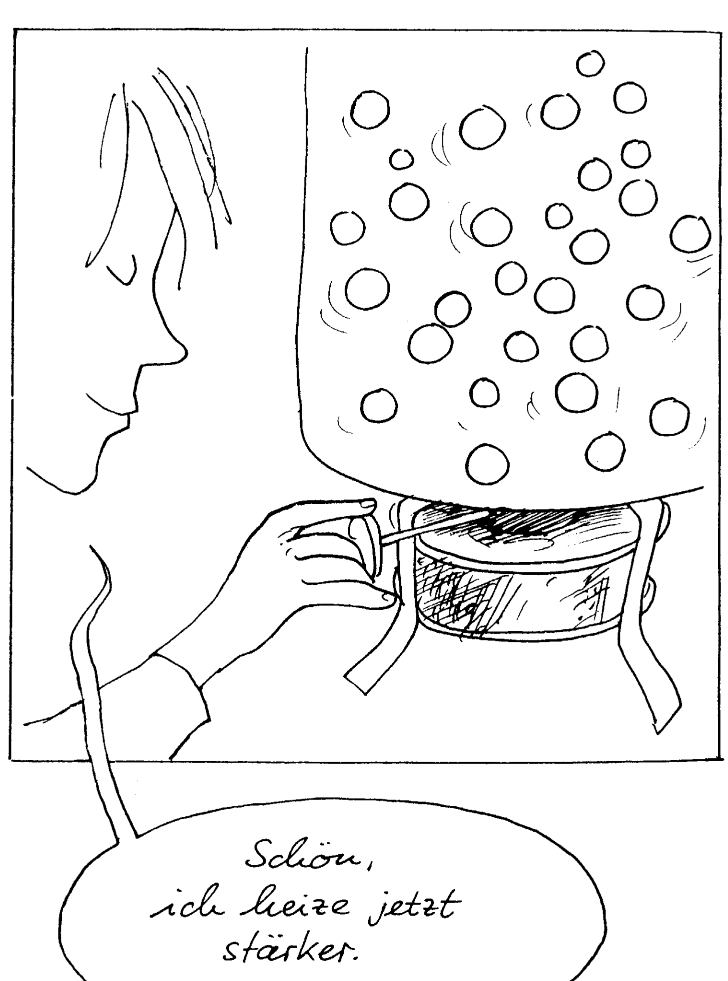

In diesen Fusionsreaktionen entstehen die ersten Atomkerne. Es ist eine Art Morphogenese, die die ersten Formen und Strukturen des Universums hervorbringt.
A
Sehr lustig, diese Geschichte. Man braucht eine anziehende und eine abstoßende Kraft. In großer Entfernung überwiegt die abstoßende und in direkter Nähe die anziehende.
Ich will ein Experiment machen. Ich nehme Magnete und setze sie in Schaumstoffkugeln ein.
Der Schaumstoff läßt sich leicht zusammendrücken; wenn ich daher zwei Kugeln gegeneinanderdrücke, haften sie zusammen.
S N S N
Ich schütte die Kugeln in einen großen Behälter Wasser...
... so daß sie sich frei bewegen können.

Hier sind zwei Kräfte am Werk: eine anziehende, die von den Magneten herrührt, und eine abstoßende, die wegen der Elastizität des Schaumstoffes beim Aufeinandertreffen der Kugeln wirksam wird. Die Reichweite der magnetischen Kraft ist so klein, daß sie sich erst bemerkbar macht, wenn der Schaumstoff hinreichend stark zusammengedrückt wird. Bei einem bestimmten Abstand der Magnete halten sich die Kräfte das Gleich-gewicht.



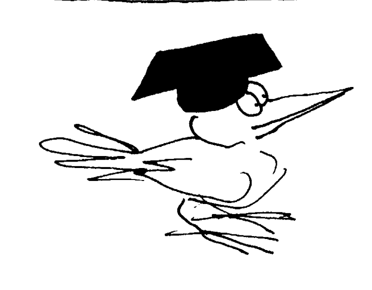
Wegen des Schaumstoffs ist die mittlere Dichte der Kugeln praktisch gleich der des Wassers. Ich bringe die Kugeln jetzt in Bewegung, indem ich das Wasser erhitze.

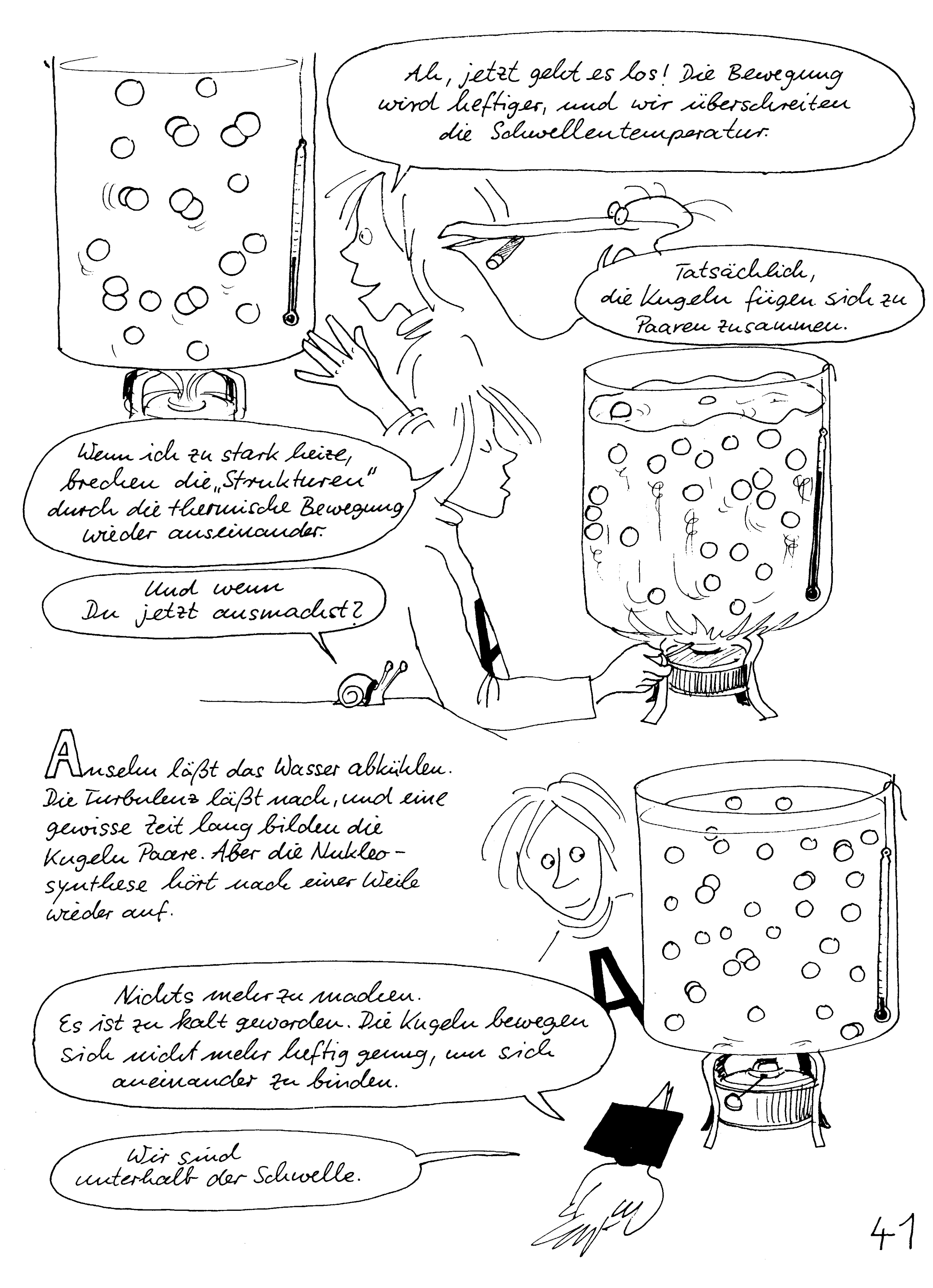




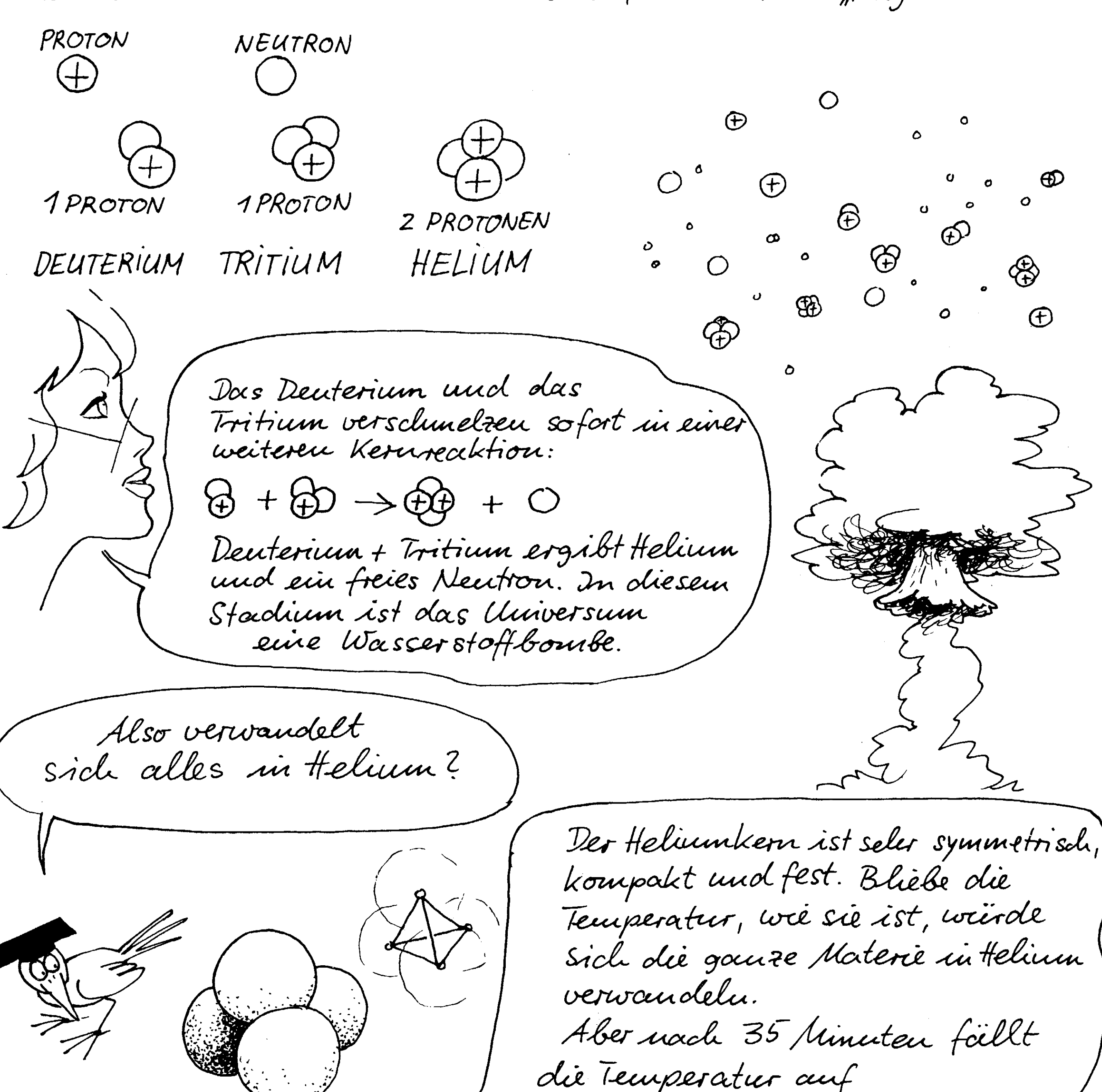
Solange ich nur wenig heize, stoßen die Kugeln sanft aufeinander und prallen ab. Es passiert nichts Besonderes. Selbst bei einem frontalen Zusammenstoß reicht die Energie nicht aus, um den Schaumstoff soweit zusammenzudrücken, daß die magnetische Kraft überwiegt.

Schön, ich heize jetzt stärker.




Ah, jetzt geht es los! Die Bewegung wird heftiger, und wir überschreiten die Schwellentemperatur.
Tatsächlich, die Kugeln fügen sich zu Paaren zusammen.
Wenn ich zu stark heize, brechen die „Strukturen" durch die thermische Bewegung wieder auseinander.
Und wenn Du jetzt ausmachst?
Anselm läßt das Wasser abkühlen. Die Turbulenz läßt nach, und eine gewisse Zeit lang bilden die Kugeln Paare. Aber die Nukleo-synthese hört nach einer Weile wieder auf.
Nichts mehr zu machen. Es ist zu kalt geworden. Die Kugeln bewegen sich nicht mehr heftig genug, um sich aneinander zu binden.
Wir sind unterhalb der Schwelle.

Der gleiche Prozeß setzt ein, wenn die Temperatur des Universums unter eine Milliarde Grad absinkt. Das ist nach einigen Minuten. Es bilden sich Strukturen aus zwei, drei oder vier „Kugeln":

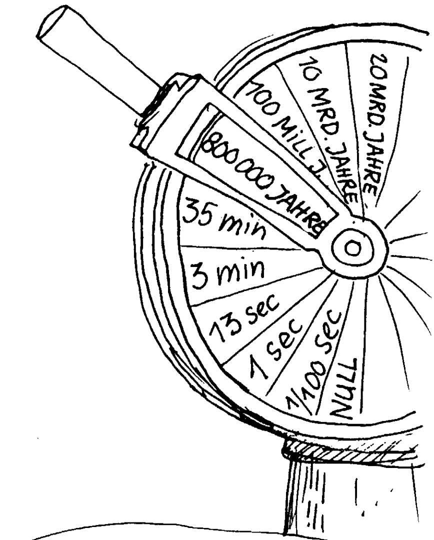




Die letzten freien Neutronen sind verschwunden, denn sie sind von Natur aus instabil und zerfallen nach 1013 Sekunden in Proton-Elektron-Paare.
35 Minuten sind seit dem Anfang vergangen.
Und jetzt?
20 MRD. JAHRE
10 MRD. JAHRE
100 MILL. JAHRE
800 000 JAHRE
35 min
3 min
13 sec
1 sec
1/100 sec
NULL
Am Ende dieser Phase haben wir eine Ursuppe aus Photonen, Neutrinos, Protonen, Elektronen und Heliumkernen. Gewichtsmäßig teilt sich die Materie so auf:
27% Helium und
73% Wasserstoff (freie Protonen).
HIPS!
800 000 Jahre lang passiert gar nichts. Das Universum dehnt sich weiter aus und mit ihm die Photonen. Das Photonengas liefert der Materie weiterhin Energie, so daß die beiden Systeme im thermischen Gleichgewicht bleiben ($T_S = T_M$).
Und die Temperatur fällt bis auf 3.000 KELVIN

DAS DURCHSICHTIGE UNIVERSUM

Ein anderer „morphogenetischer" Mechanismus kommt nun ins Spiel. Die elektrischen Kräfte beginnen, die Elektronen an die Kerne zu binden, so daß neutrale Atome entstehen. Die thermische Bewegung hat so weit abgenommen, daß die Strukturen durch Stöße mit anderen Atomen oder Komponenten des Gemisches nicht gleich wieder zerbrechen.



Nach und nach werden alle freien Elektronen durch die Kerne eingefangen.

Diese komischen Atome ... mit ihren dicken Elektronen. Daran kann ich mich gar nicht gewöhnen!

Und das Universum wird durchsichtig.

Was meinst Du mit durchsichtig? War es denn vorher undurchsichtig?

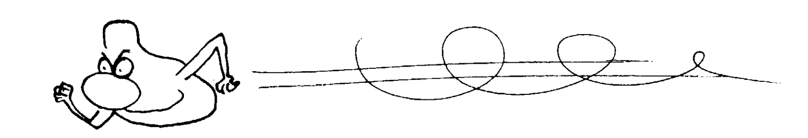


Vorher gab es eine ständige Wechselwirkung der Photonen mit der Materie. Kein Photon schaffte es, sich in diesem Milieu einen Weg zu bahnen.



UND DIE ENTKOPPLUNG

Das ist jetzt vorbei. Die Photonen können das ganze Universum durchqueren, ohne etwas von der Existenz der Materie zu merken: Photonen und Materie sind entkoppelt. Denn erstens gibt es nun mehr Platz, und zweitens wechselwirken die Photonen weniger mit neutraler Materie als z.B. mit freien Elektronen.



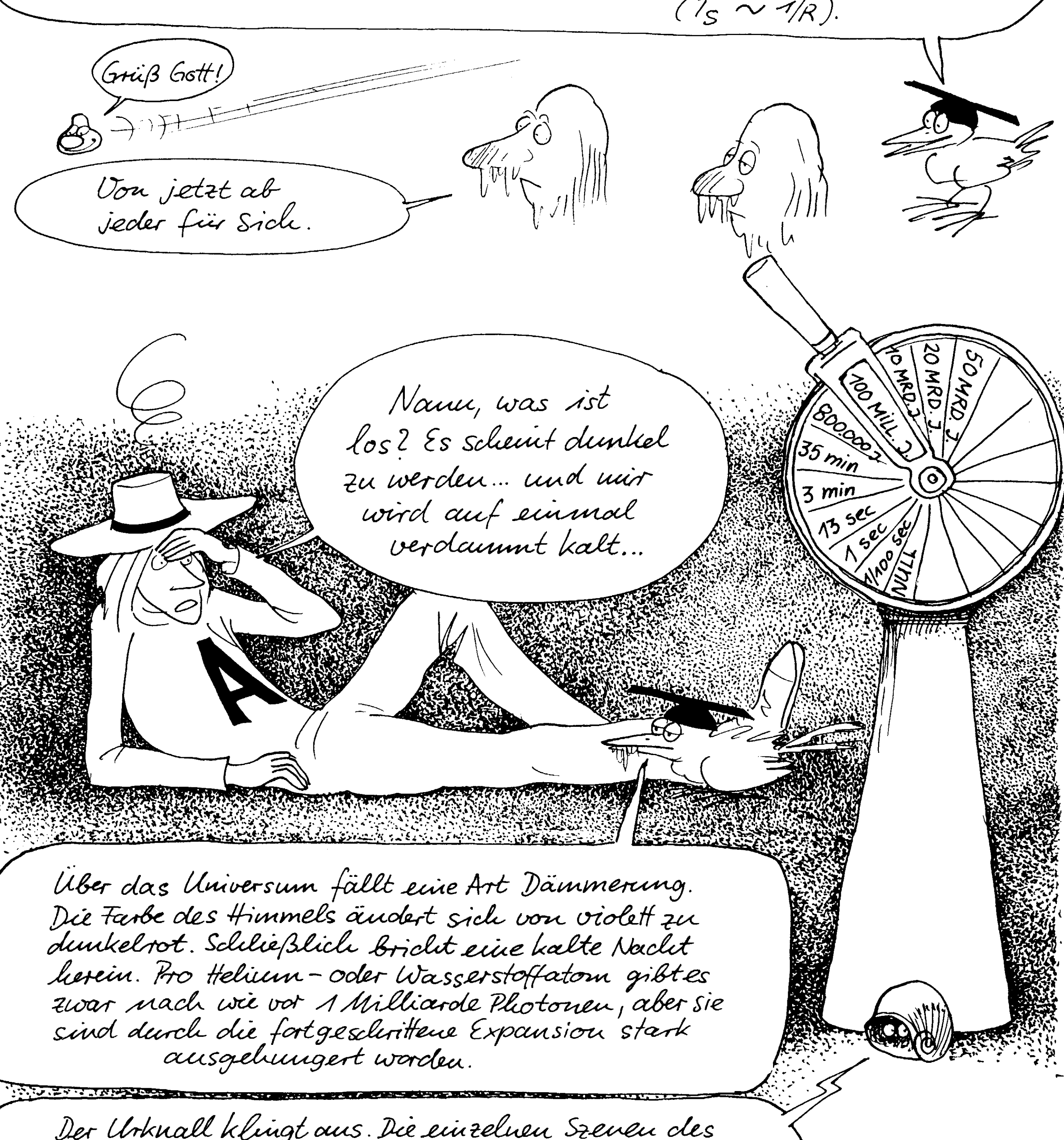
Mit einem Teleskop empfangen wir daher Bilder, die sozusagen direkt aus der Vergangenheit kommen.

Ja, aber selbst mit einem phantastisch guten Teleskop wird man nie ein Phänomen beobachten können, das vor dem 800 000 sten Geburtstag des Universums stattfand.

Die Jugendjahre des Universums werden darum zwangsläufig im Nebel verborgen bleiben.

Also keine Chance, das Universum zu psychoanalysieren!

Da Materie und Photonen nicht mehr wechselwirken, d. h. keine Energie mehr austauschen, geraten Materie und Strahlung aus dem Gleichgewicht. Die Temperatur der Materie nimmt schneller ab ($T_M \sim 1/R^2$) als die Temperatur der Photonen, die Strahlungstemperatur ($T_S \sim 1/R$).



Der Urknall klingt aus. Die einzelnen Szenen des Programms waren großartig. Um ein Haar wäre nichts übriggeblieben (Ein Teilchen von 1 Milliarde!).
Es ist dunkel wie in einem Tunnel.


Eine bestialische Kälte
Die Photonenwellenlänge beträgt im Mittel 0,04 mm, das entspricht einer Strahlungstemperatur von $T_s = -150°C$.
Die Atome bewegen sich mit rund 300 m/s. Dem entspricht eine Materietemperatur von -268°C.
Na schön, ich glaube, ich habe einigermaßen verstanden, wie das Universum funktioniert.
Aber eine wichtige Frage bleibt noch: Wozu das ganze?
Ja, Anselm hat recht. Wozu dient das alles?
Hat es irgendeinen Nutzen?

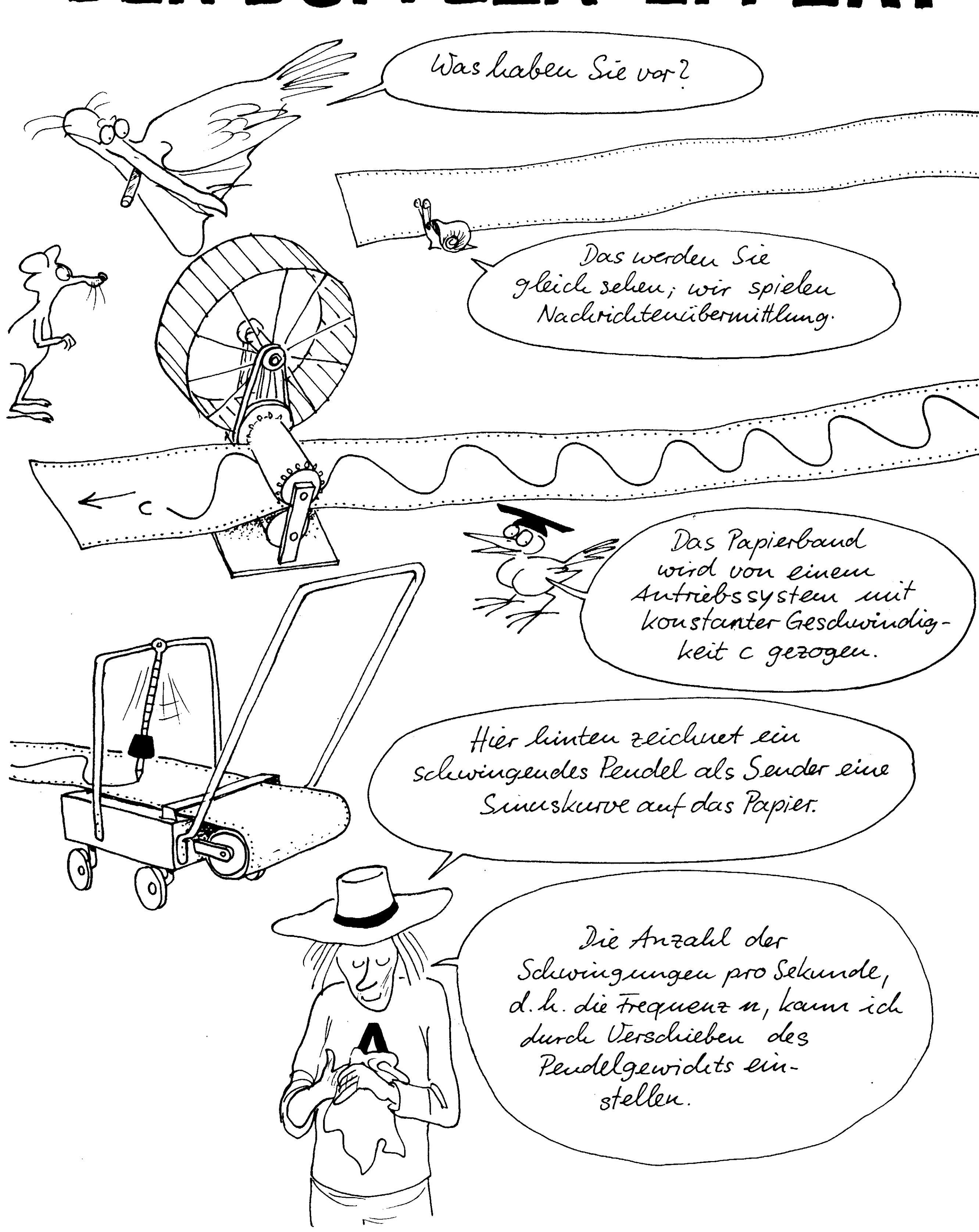

Wißt Ihr noch? Am Anfang war die größte Unordnung.
Ja, das Tohuwabohu
Und dann hat das Universum begonnen, komplexe Strukturen zu bilden: Kerne, Atome ...

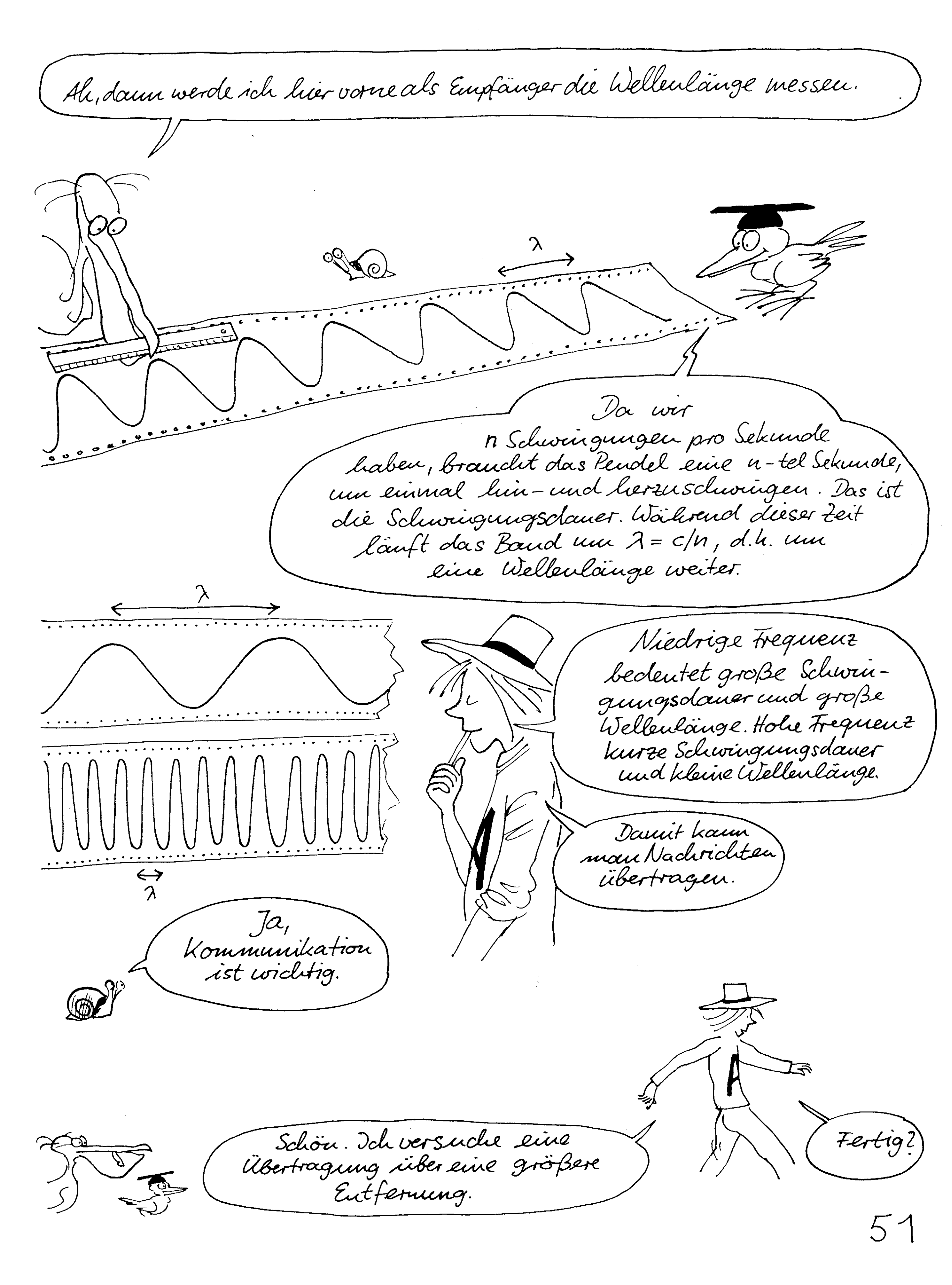

Ich habe das kosmologische Grundprinzip gefunden.
So? ... und das wäre?
WARUM EINFACH, WENN ES AUCH UMSTÄNDLICH GEHT?!

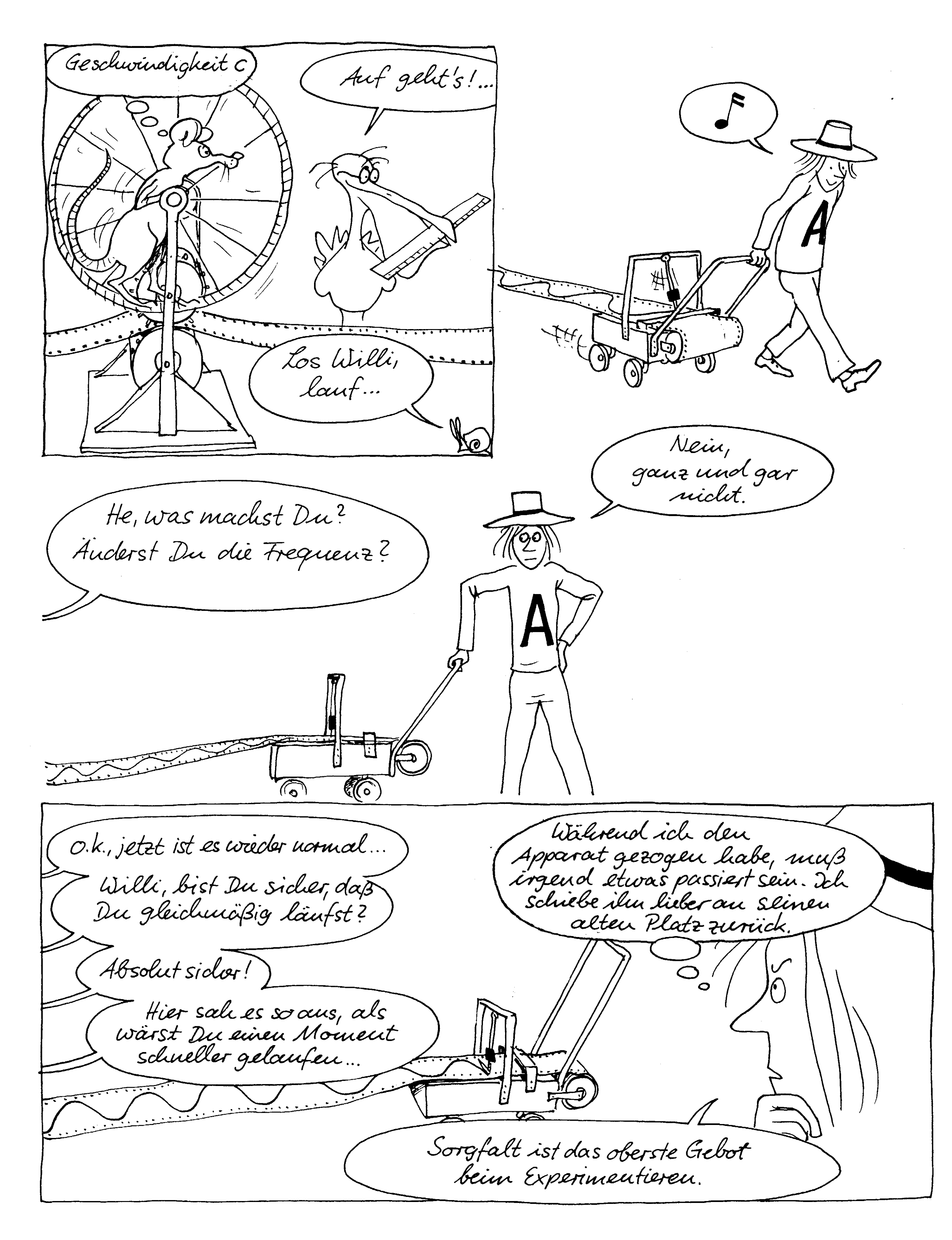
Naja... nicht schlecht Eure kleine Geschichte. Aber sind das nicht alles Spekulationen, Phantasmen eines Theoretikers? Wer sagt denn, daß es sich wirklich so abgespielt hat?

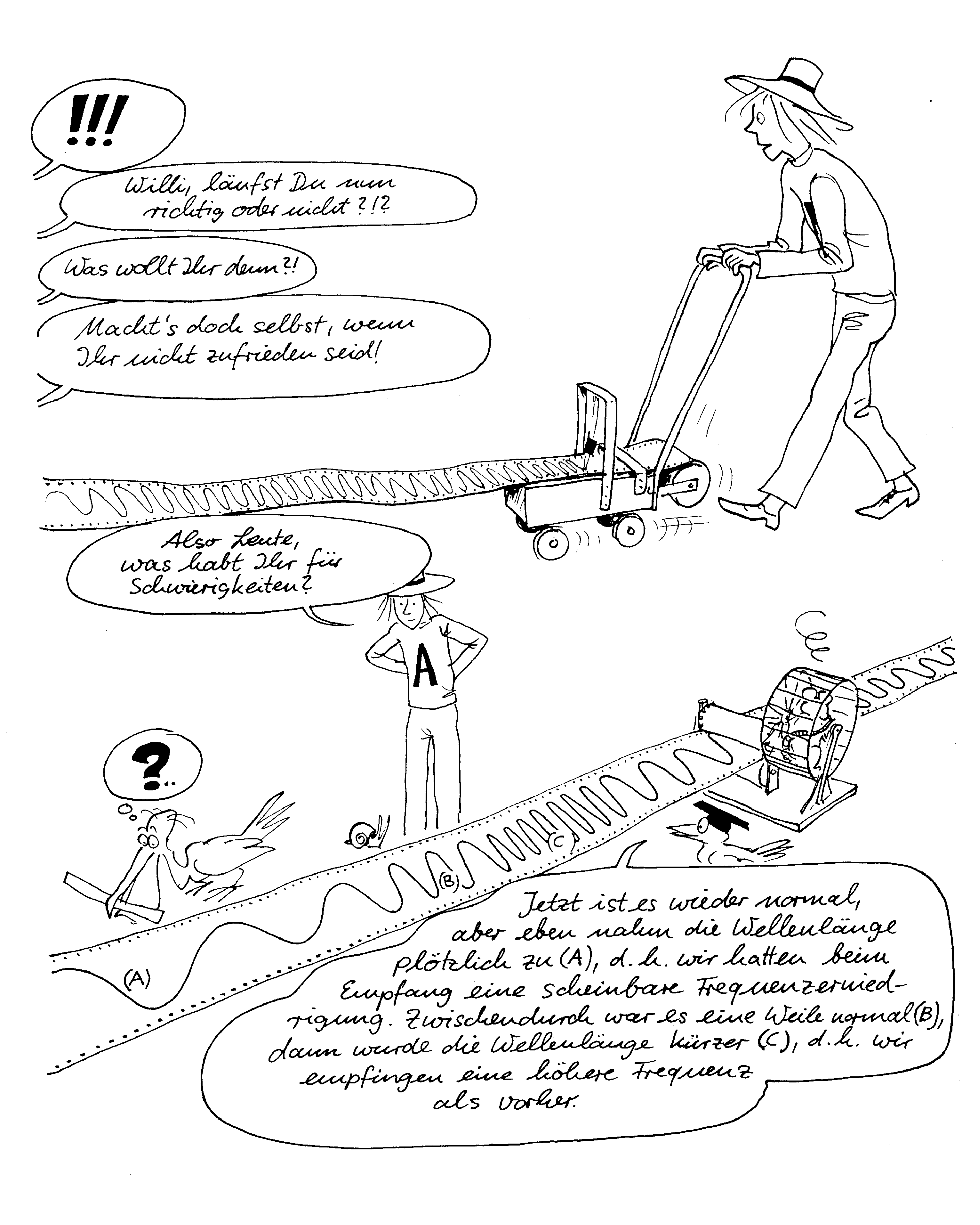

Um diese Frage zu beantworten, verlassen wir dieses Teppichbodenuniversum und kehren in die Gegenwart zurück.
JETZT
10 Mrd. J.
100 Mill. J.
800.000 J.
35 Min.
3 Min.
13 Sec.
1 Sec.
1/100 Sec.
NULL
A
Paß' auf, Sophie, daß Du den Hebel nicht zu weit drehst!
Sie sollten diesmal besser nicht zu nahe kommen, mein lieber Tiresias.

DER DOPPLER-EFFEKT



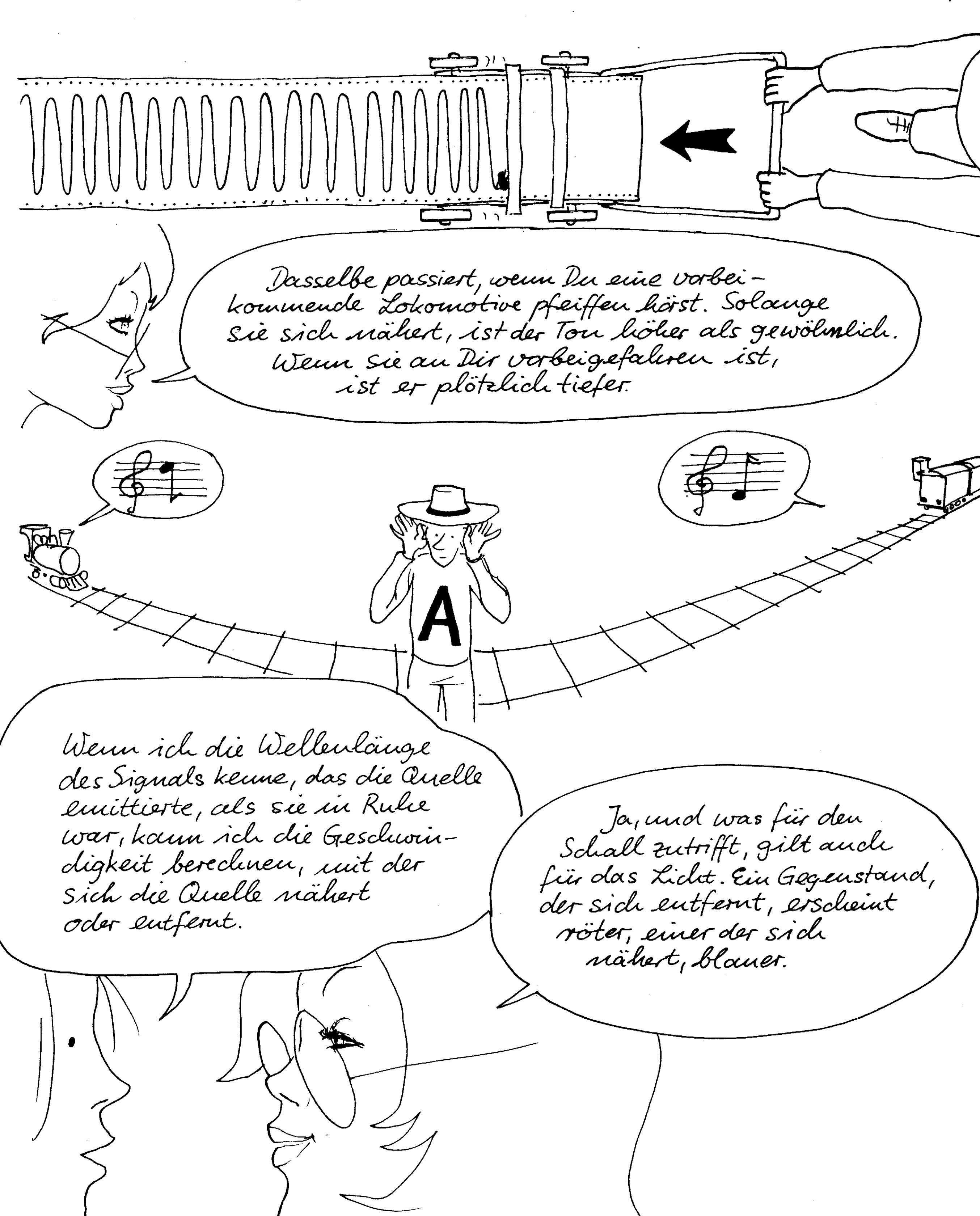

Ah, dann werde ich hier vorne als Empfänger die Wellenlänge messen.
λ
Da wir n Schwingungen pro Sekunde haben, braucht das Pendel eine n-tel Sekunde, um einmal hin- und herzuschwingen. Das ist die Schwingungsdauer. Während dieser Zeit läuft das Band um λ = c/n, d.h. um eine Wellenlänge weiter.
λ
Niedrige Frequenz bedeutet große Schwingungsdauer und große Wellenlänge. Hohe Frequenz kurze Schwingungsdauer und kleine Wellenlänge.
λ
Damit kann man Nachrichten übertragen.
Ja, Kommunikation ist wichtig.
Schön. Ich versuche eine Übertragung über eine größere Entfernung.
Fertig?


Geschwindigkeit c
Auf geht's!...
Los Willi, lauf...
He, was machst Du? Änderst Du die Frequenz?
Nein, ganz und gar nicht.
O.k., jetzt ist es wieder normal...
Willi, bist Du sicher, daß Du gleichmäßig läufst?
Absolut sicher!
Hier sah es so aus, als wärst Du einen Moment schneller gelaufen...
Während ich den Apparat gezogen habe, muß irgend etwas passiert sein. Ich schiebe ihn lieber an seinen alten Platz zurück.
Sorgfalt ist das oberste Gebot beim Experimentieren.


!!!
Willi, läufst Du nun richtig oder nicht ?!?
Was wollt Ihr denn?!
Macht's doch selbst, wenn Ihr nicht zufrieden seid!
Also Leute, was habt Ihr für Schwierigkeiten?
A
?..
(A)
(B)
(C)
Jetzt ist es wieder normal, aber eben nahm die Wellenlänge plötzlich zu (A), d.h. wir hatten beim Empfang eine scheinbare Frequenzerniedrigung. Zwischendurch war es eine Weile normal (B), dann wurde die Wellenlänge kürzer (C), d.h. wir empfingen eine höhere Frequenz als vorher.


He, kann ich aufhören?
Ja, Willi, halt an.
Willi sagt, er sei gleichmäßig gelaufen.
Vielleicht hat sich das Papier gedehnt oder zusammengezogen?
Nein, Anselm, das ist der Doppler-Effekt.
Der was???
Wenn Du den Wagen bewegst, ändert sich die Frequenz, die Ihr empfangt.
Entfernt sich der Wagen, wird die Sinuskurve auseinandergezogen, und deshalb erscheint die Frequenz niedriger.

Wenn sich der Wagen nähert, sich also in Richtung des Bandes bewegt, wird die Sinuskurve gestaucht, und die Frequenz erscheint höher.




Schön, machen wir weiter mit unseren Übertragungsversuchen.
Willi, nimm Deinen Platz ein.
Er hat die Frequenz geändert!?
... oder er entfernt sich!
Dasselbe Theater wie eben.
Ja, er muß sich wohl entfernen.
... und der Oszillator ist da hinten geblieben!
Nein, Ihr Schwachköpfe, ich entferne mich nicht, denn ich bin hier!...


DIE FLUCHT DER GALAXIEN
Ach so, ich verstehe!
Das heißt...
... daß sich der Raum bewegt.
Beängstigend!!!
Alles läuft davon...
Das ist die Geschichte mit dem Teppichboden, der sich ausdehnt...
Ja, ja, genauso hat Edwin Hubble 1929 die Expansion des Universums entdeckt. Aus seinen Entfernungsbestimmungen erkannte er, daß die Galaxien umso röter erscheinen, je weiter sie von uns weg sind. Er führte dies auf den Doppler-Effekt zurück. Die Galaxien entfernen sich von uns, und zwar umso schneller, je weiter weg sie sind.
Ich weiß, daß die Wasserstoffatome einer Galaxie normalerweise mit einer Wellenlänge von 21 cm strahlen. Der Doppler-Effekt sagt mir, daß die Fluchtgeschwindigkeiten hier 2000, 4000 und 6000 km/s betragen.
Hubble berechnete die Entfernung der Galaxien aufgrund der scheinbaren Helligkeit eines bestimmten Typs ihrer Sterne. Er zog daraus die Schlußfolgerung, daß ihre Fluchtgeschwindigkeit einfach proportional zur Entfernung ist.
6000 km/s
4000 km/s
2000 km/s
H
H
H

Wartet mal, was soll das heißen? Werden denn die Objekte beschleunigt, wenn sie sich von uns entfernen?

Nicht ganz! Der Teppichboden dehnt sich nach allen Seiten aus. Stell Dir einen Punkt A vor, der zur Zeit $t=0$ einen Meter von Dir entfernt ist. Nach einer Sekunde ist er bei 1 Meter 20 (A'). Seine Fluchtgeschwindigkeit ist also 20 cm/s.

A
A'
B
B'

Im selben Zeitintervall bewegt sich ein Punkt B, der am Anfang 2m von Dir entfernt war, nach B' in einem Abstand 2 Meter 40. Seine Geschwindigkeit relativ zu Dir ist demnach 40 cm/s.

Der Doppler-Effekt zeigt also die Relativgeschwindigkeit an.

Die Wellenlänge ändert sich nicht, wenn sich Sender und Empfänger mit derselben Geschwindigkeit parallel zueinander bewegen.

Unser Universum dehnt sich also aus?

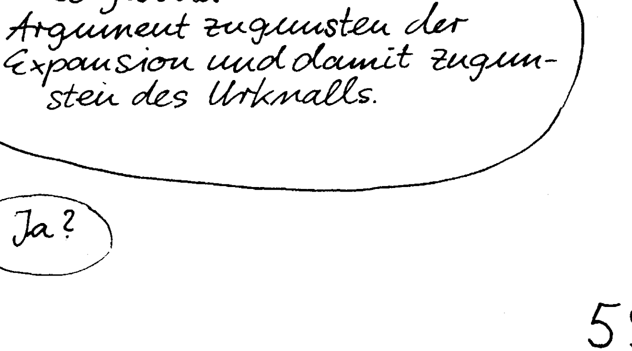
Moment mal, ich habe eine andere Idee. Angenommen die Zeit wird beschleunigt...

Aber das hat doch keinen Sinn!?!

Die Schwingungen der Atome, z.B. des Wasserstoffatoms, sind eine Art Pulsschlag des Universums. Stell Dir ein Universum vor, dessen Pulsschlag sich beschleunigt. Je älter man wird, desto schneller schlägt der Puls. Die Bilder der Vergangenheit kommen zu uns wie ein Zeitlupenfilm, und der Doppler-Effekt ist nur eine Illusion.

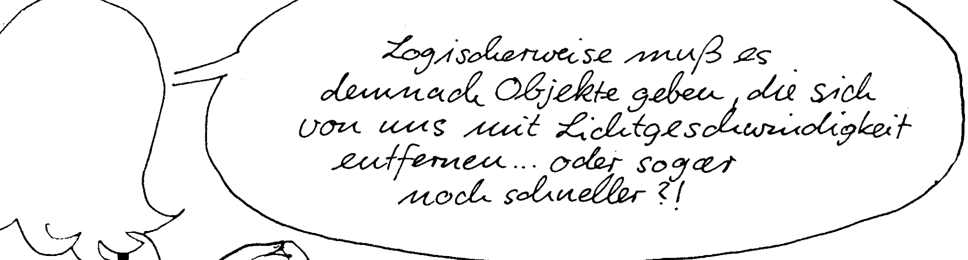
Ja, ja, Tiresias, die Phantasie kennt keine Grenzen. Was Du sagst, bedeutet, daß sich die physikalischen Gesetze im Laufe der Zeit ändern – das hat auch schon Fred Hoyle vorgeschlagen.

DER HINTERGRUND DES HIMMELS IST KALT




Vorhin haben wir gesehen, daß sich nur jedes milliardste Photon in Materie verwandelt hat.
...und in Antimaterie!
Es müßte also noch eine Riesenmenge dieser Urphotonen vorhanden sein, ungefähr 400 pro Kubikzentimeter (und ebensoviele Neutrinos, die aber nur sehr schwer nachzuweisen sind).
Ihre Wellenlänge müßte ihrer Strahlungstemperatur T_S von 3 K (= −270 °C) entsprechend im Mittel 2 Millimeter betragen.
Diese energiearmen Photonen wurden 1965 von Penzias und Wilson entdeckt. Sie stellen sozusagen den Nachhall des Urknalls dar und sind der greifbare Beweis dieses großen kosmischen Spektakels.
Hilfe!!!
Hui...


DER KOSMOLOGISCHE HORIZONT


Sophie, nach dem Hubble-Gesetz nimmt die Fluchtgeschwindigkeit der Objekte mit der Entfernung zu...
Logischerweise muß es demnach Objekte geben, die sich von uns mit Lichtgeschwindigkeit entfernen... oder sogar noch schneller?!
Das heißt, dieses Licht kann man nicht mehr empfangen?!
Wieso? Wenn sich ein Flugzeug mit Überschallgeschwindigkeit von uns entfernt, hören wir trotzdem den Lärm, oder nicht?
So dürft ihr das nicht sehen, meine Lieben.









(*) Um diese merkwürdigen Dinge ging es im Band ALLES IST RELATIV.

Diejenigen Objekte, die eine relative Geschwindigkeit von 300.000 km/s erreichen, liegen auf einer Kugel, die man Horizont nennt. Dieser Horizont ist nicht die Grenze der existierenden Dinge, sondern die maximale Entfernung der Ereignisse, die bis heute zu uns gelangen konnten. Das uns zugängliche Universum ist nur ein Teil eines noch größeren Universums. Der Horizont befindet sich in einer Entfernung von einigen -zig Milliarden Lichtjahren. (Die Reichweite des größten Teleskops auf dem Mount Palomar dagegen ist eine Milliarde Lichtjahre.)

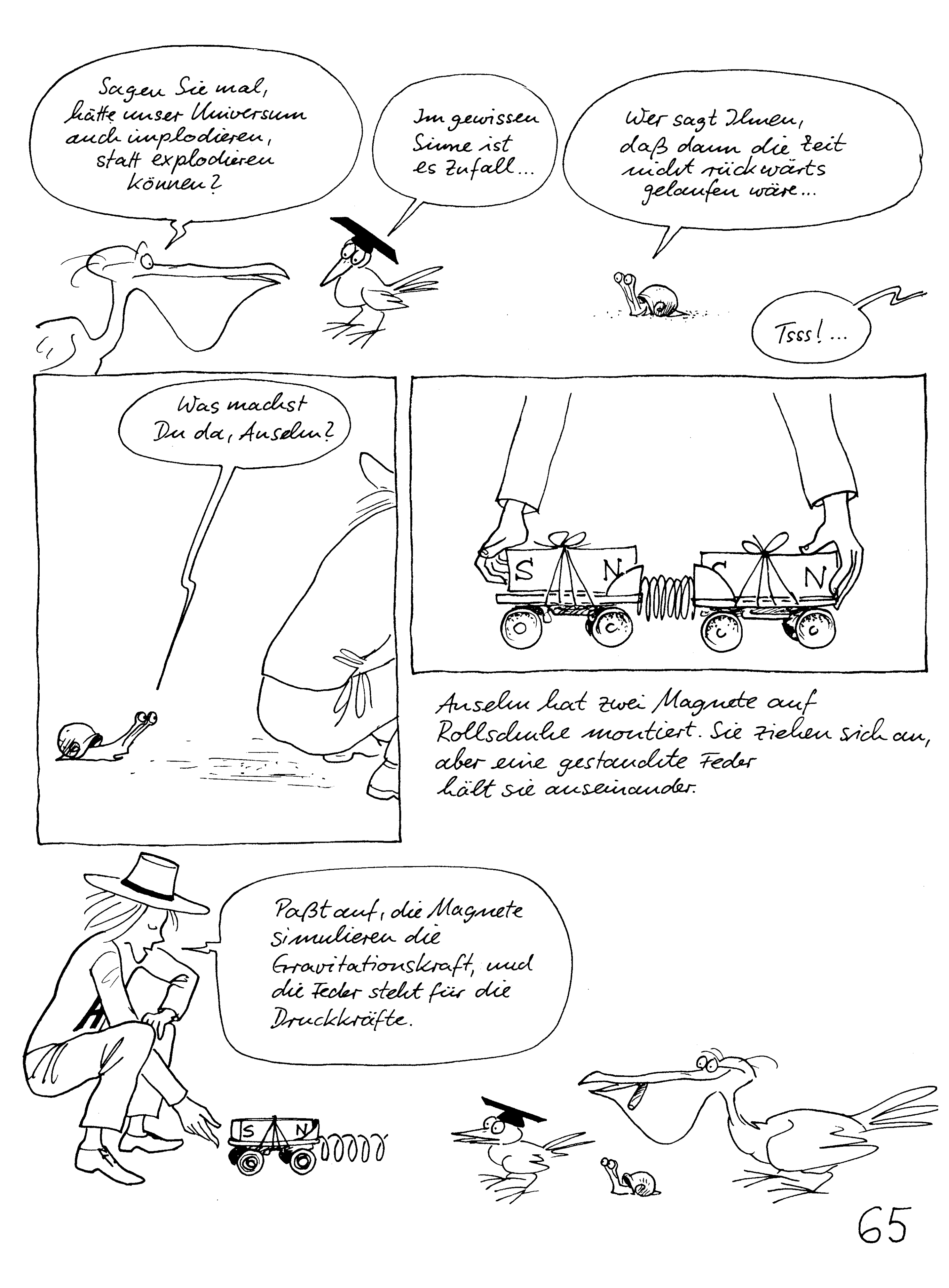
Die Direktion



(*) Siehe DAS GEOMETRIKON aus dieser Reihe von Anselm Wißbegierigs Abenteuern.

DIE FRIEDMANN-MODELLE




Sagen Sie mal, hätte unser Universum auch implodieren, statt explodieren können?
Im gewissen Sinne ist es Zufall...
Wer sagt Ihnen, daß dann die Zeit nicht rückwärts gelaufen wäre...
Tsss! ...
Was machst Du da, Anselm?
S N
S N
Anselm hat zwei Magnete auf Rollschuhe montiert. Sie ziehen sich an, aber eine gestauchte Feder hält sie auseinander.
Paßt auf, die Magnete simulieren die Gravitationskraft, und die Feder steht für die Druckkräfte.
S N

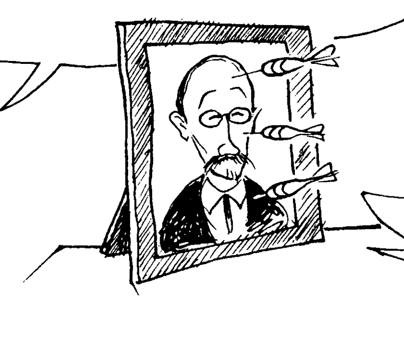


Das deutet auf zwei mögliche Typen des Universums hin:

Im ersten Szenario geht die Expansion für alle Zeiten weiter. Wenn die letzten Sterne erlöschen, wird es Nacht, und die absolute Kälte führt zum „thermischen Tod".



Im zweiten Szenario gewinnen die Gravitationskräfte schließlich die Oberhand. Die Expansion hält inne, und das Universum fällt wieder in sich zusammen. Galaxien und Sterne werden pulverisiert, selbst die Atome werden zerstückelt. Der Urknall läuft rückwärts ab, bis er in einem erneuten Rückprall ein neues expandierendes Universum schafft.



Herr Albert, der 1917 mit gewaltigen mathematischen Klimmzügen sein stationäres Modell gebastelt hatte, war darüber sehr erbittert. Friedmann hatte ihm den Sieg genommen. Einstein schmollte und rührte die Allgemeine Relativitätstheorie jahrelang nicht mehr an.



Nach Friedmanns Modellen expandiert das Universum für alle Zeiten, falls die gegenwärtige Massendichte kleiner als $5 \cdot 10^{-30}\, g/cm^3$ ist. Es wäre dann außerdem unendlich ausgedehnt.

(*) Authentische Bemerkung von Einstein.

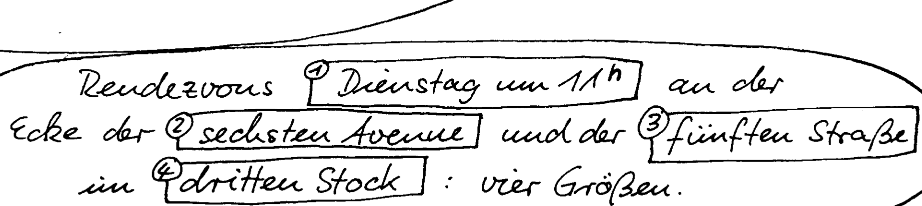
DIE GEOMETRIEN DES UNIVERSUMS

Welche Form hat eigentlich das Universum?

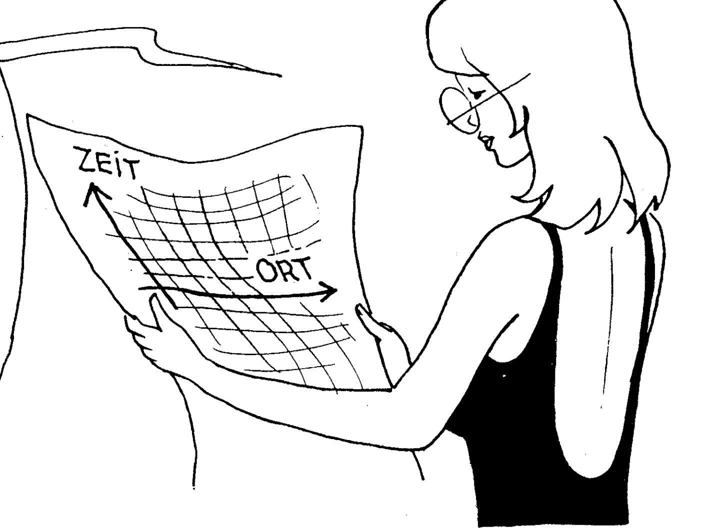
Das Universum ist eine vierdimensionale Hyperfläche, in der sich Raum und Zeit vermengen. Die auf den vorangehenden Seiten zitierten Ideen entsprechen verschiedenen Darstellungen dieser Einheit, der sogenannten Raum-Zeit.

Oh, je...

Wir erinnern uns, daß die Dimension eines Raumes die Zahl der Größen ist, die man angeben muß, um die Position eines Punktes festzulegen.



In einer Zeichnung kann man nur zweidimensionale Räume, d.h. Flächen darstellen. Wir untersuchen daher einmal zweidimensionale Raum-Zeiten. Die eine Dimension ist der Ort, die andere die Zeit.





So kann man das erste Modell eines geschlossenen Universums, das statische Modell von Einstein, als Zylinder darstellen.

Warte mal, soll das heißen, wir sind in diesem Zylinder drin?

Nein, drauf!

In einem bestimmten Zeitpunkt besteht das ganze Universum nur aus diesem Kreis, und der Punkt M ist irgendein Objekt.

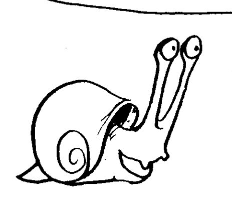
GESCHLOSSENES UNIVERSUM * EINE DIMENSION DES RAUMES *

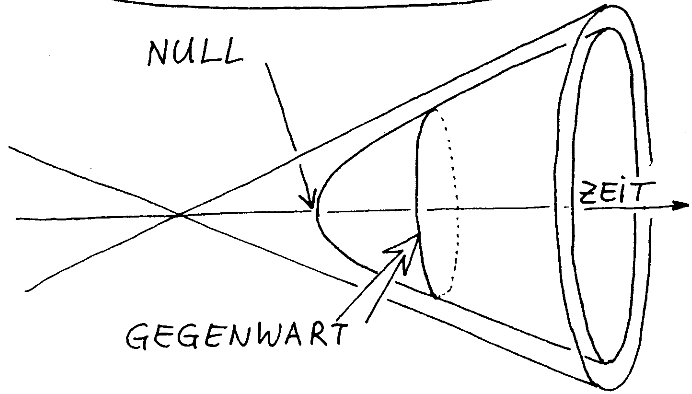
M

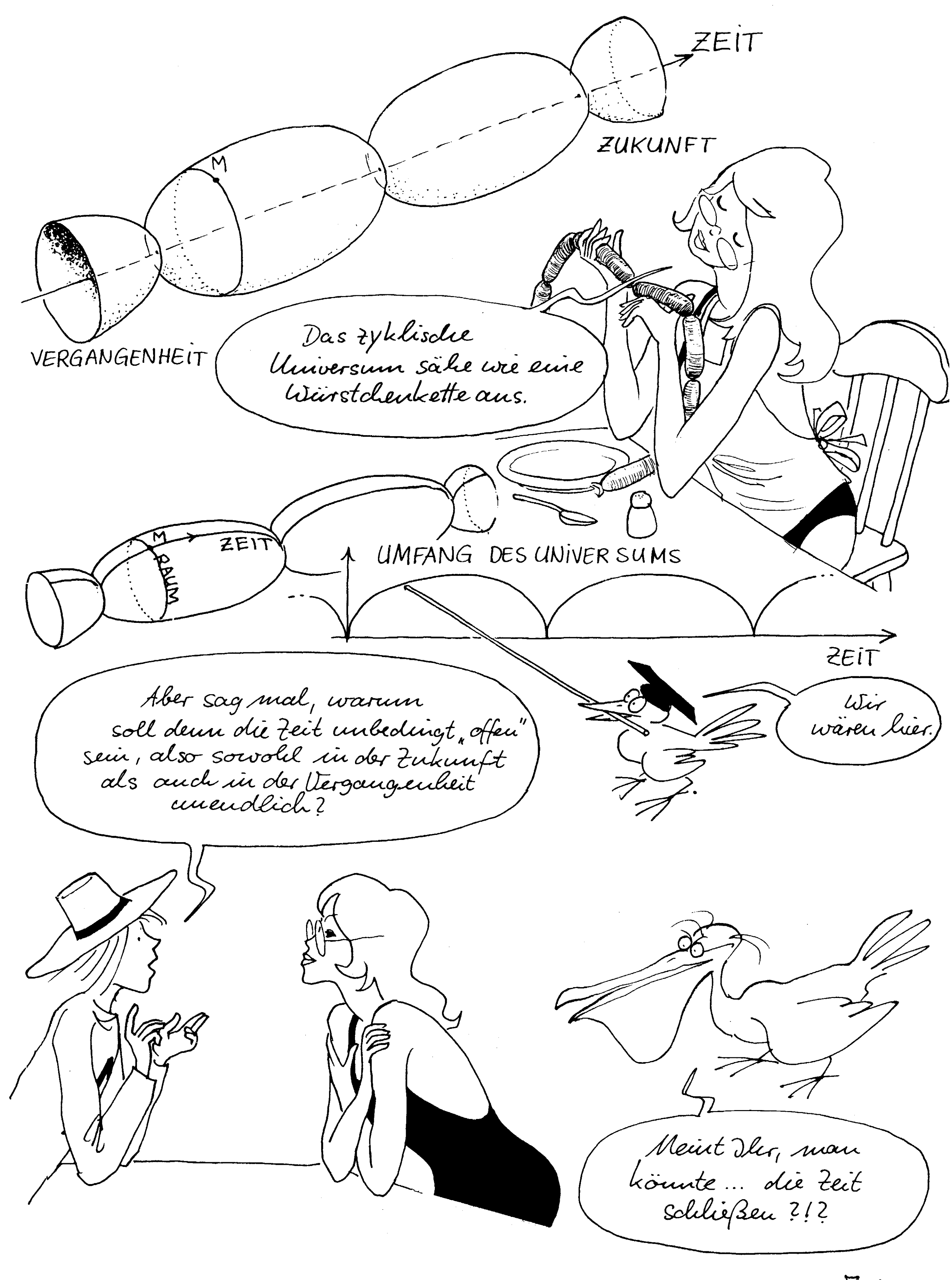
Bewegt sich das Objekt nicht, so beschreibt es mit der Zeit eine Gerade auf der Fläche, eine Erzeugende des Zylinders.

Man kann die Expansion eines geschlossenen Universums leicht als Funktion der Zeit darstellen. Hier ist das Modell eines solchen nichtstationären Universums.

Das zweidimensionale Bild einer Raum-Zeit, die sich für alle Zeiten ausdehnt.



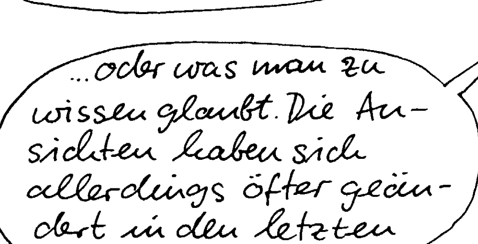



ZEIT
ZUKUNFT
M
VERGANGENHEIT
Das zyklische Universum sähe wie eine Würstchenkette aus.
M
ZEIT
RAUM
UMFANG DES UNIVERSUMS
ZEIT
Aber sag mal, warum soll denn die Zeit unbedingt „offen" sein, also sowohl in der Zukunft als auch in der Vergangenheit unendlich?
Wir wären hier.
Meint Ihr, man könnte ... die Zeit schließen ?!?


Kein Problem... Wenn man das Einstein-Modell mit sich selbst verbindet, erhält man einen Torus.
Schon wieder!...
ZEIT
In dieser sonderbaren, in sich geschlossenen Raum-Zeit wiederholen sich jeweils nach Ablauf einer bestimmten Zeit T immer wieder dieselben Ereignisse.
SINGULARITÄT URKNALL
ZEITPUNKT MAXIMALER AUSDEHNUNG
ZEIT
GEGENWART
Auch ein zyklisches Universum kann man mit sich selbst verbinden.
Das ergibt eine geschlossene Würstchenkette aus einem einzigen Würstchen ... wie eine Ringwurst!
Oh, seht mal Leo !!!
Er ist ausgeflippt, das war voraus-zusehen...

EPILOG

Das ist es also, was man über den Anfang des Universums weiß...



„Das Bestreben, das Universum zu verstehen, hebt das menschliche Leben ein wenig über eine Farce hinaus und verleiht ihm einen Hauch von tragischer Würde."

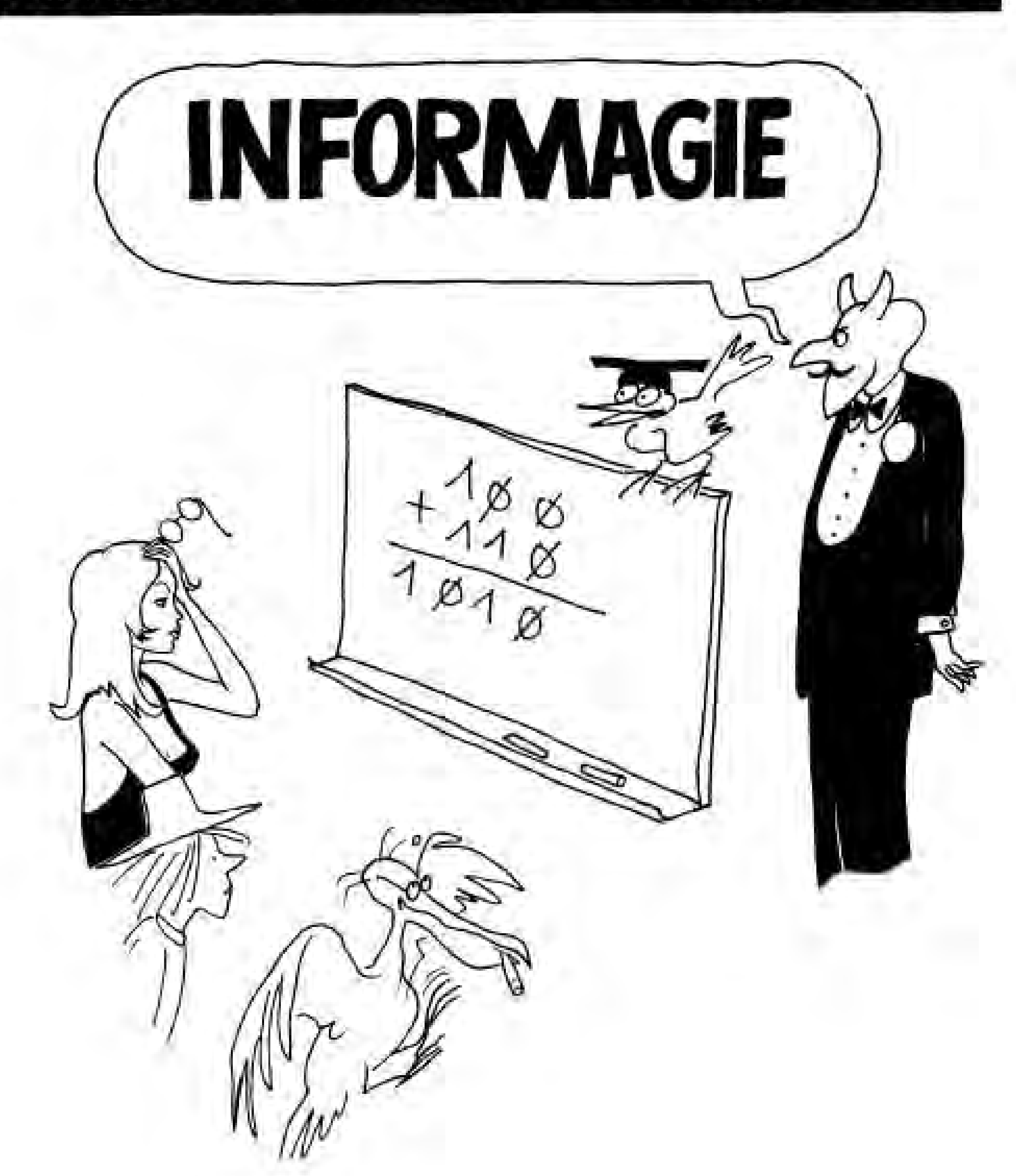
STEVEN WEINBERG,

„Die ersten drei Minuten"

ENDE

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜẞTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

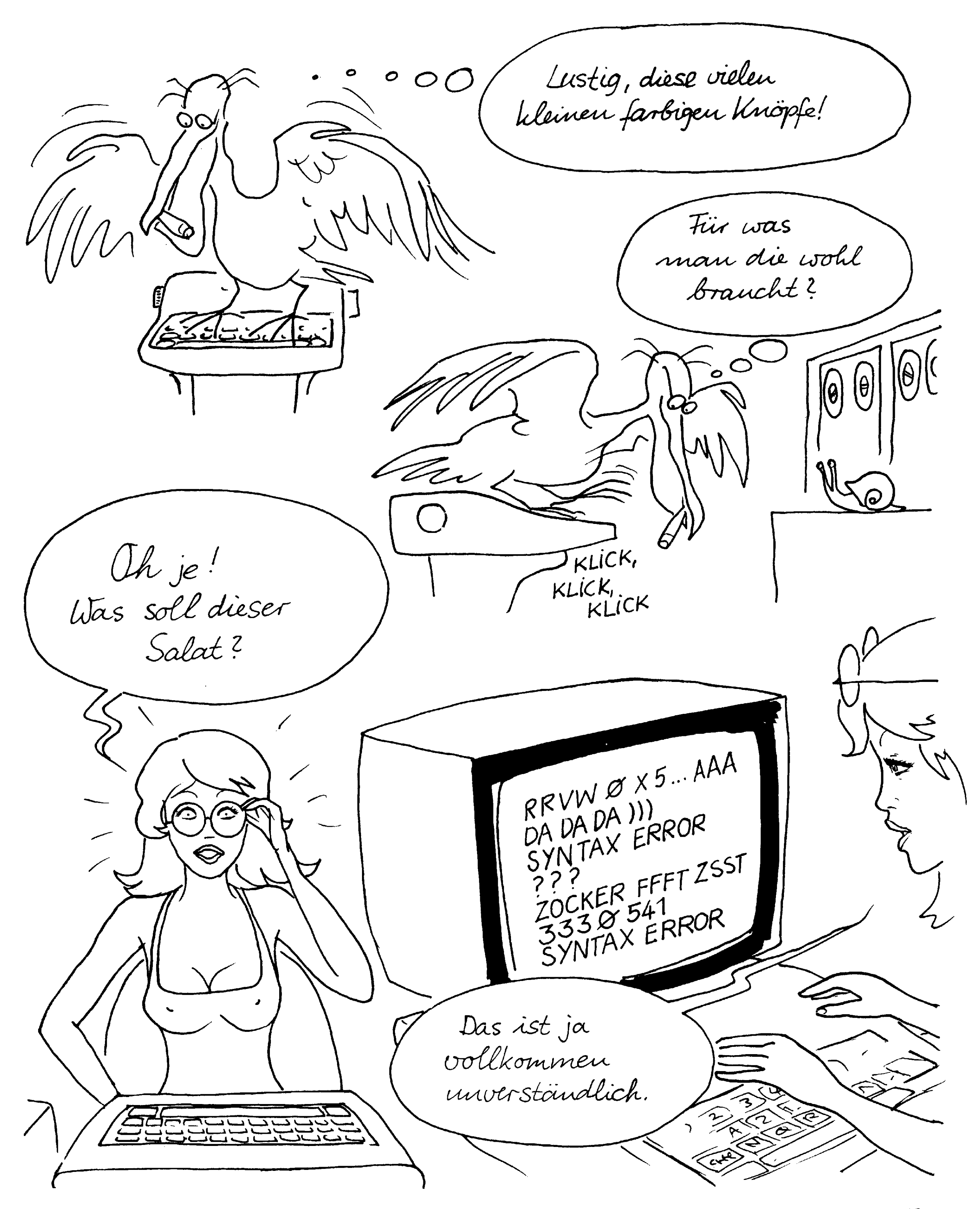
Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

HIER ERFAHREN SIE ALLES, WAS SIE SCHON IMMER ÜBER DIE INFORMATIK WISSEN WOLLTEN.




Sophie, wo sind wir?
Hm...
... eine Sekunde...
... in einem Rechenzentrum.
Was rechnest Du?
Ich ... hör' zu...
es wäre zu kompliziert, Dir das zu erklären ... ich rechne ... das ist alles...
Sehen wir uns das mal genauer an.



Lustig, diese vielen kleinen farbigen Knöpfe!
Für was man die wohl braucht?
KLICK, KLICK, KLICK
Oh je! Was soll dieser Salat?
RRVW Ø X 5... AAA
DA DA DA)))
SYNTAX ERROR
???
ZOCKER FFFT ZSST
333 Ø 541
SYNTAX ERROR
Das ist ja vollkommen unverständlich.

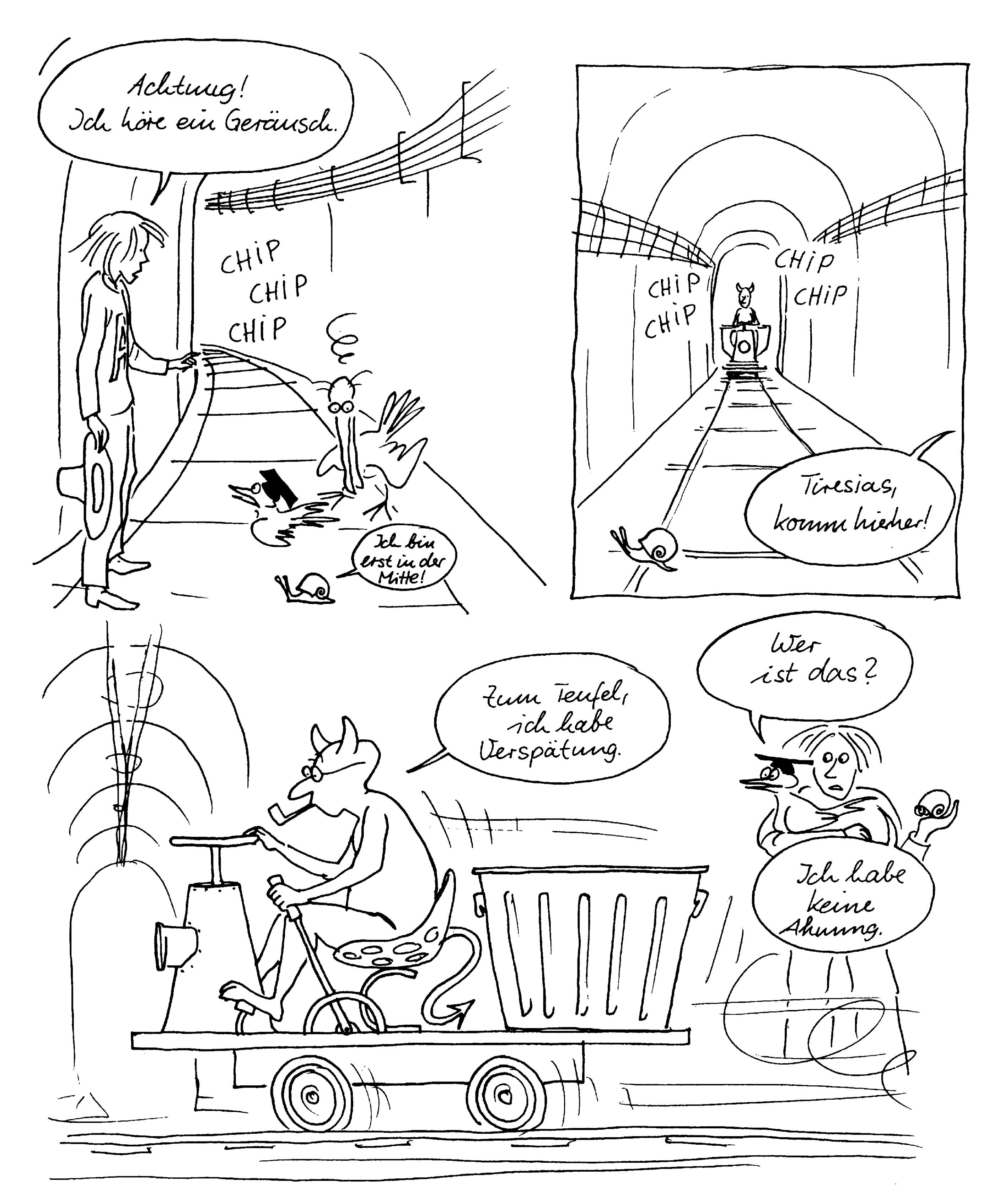

Ah, dieser verdammte Pelikan hat mir mein Programm versaut!
Ich? Was habe ich denn gemacht?
Hört zu, meine Lieben! Ich muß meine Arbeit schaffen. Wie wär's, wenn ihr solange spazieren ginget? Seht Euch das Rechenzentrum an, aber seid artig! Faßt bitte nichts an!

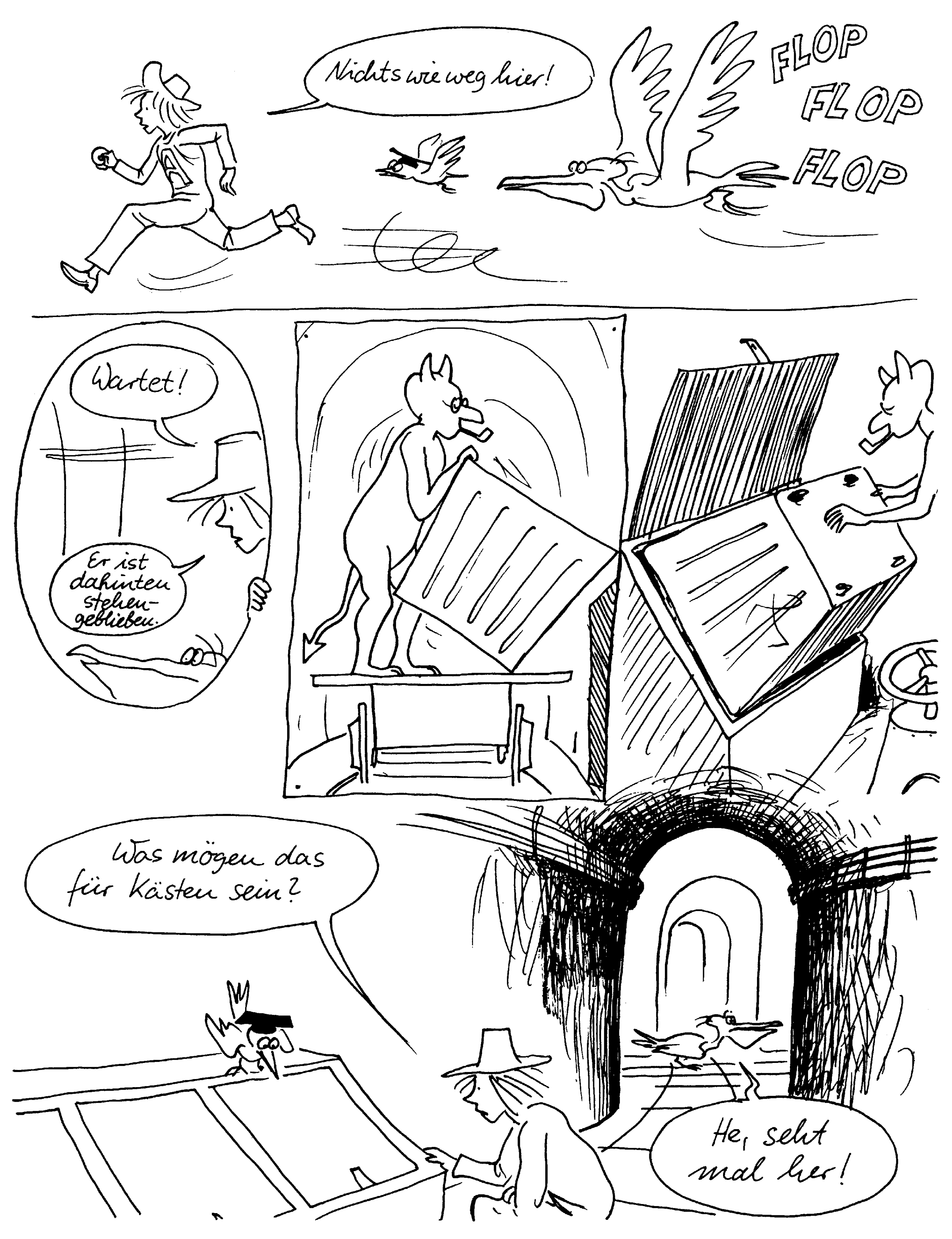

Oh je,
ist das kompliziert!
BEDIENUNGS-
ANLEITUNG
C7 D4
Es ist gar nicht so schlimm
wie es aussieht. Hört zu! Wenn man
mit dem Computer spielen will,
muß man ihm Anweisungen
geben...
Da habt Ihr's.
Zum Beispiel...
... die man
mit diesen Tasten
zusammenstellt.
BEDIEN
ANLEI

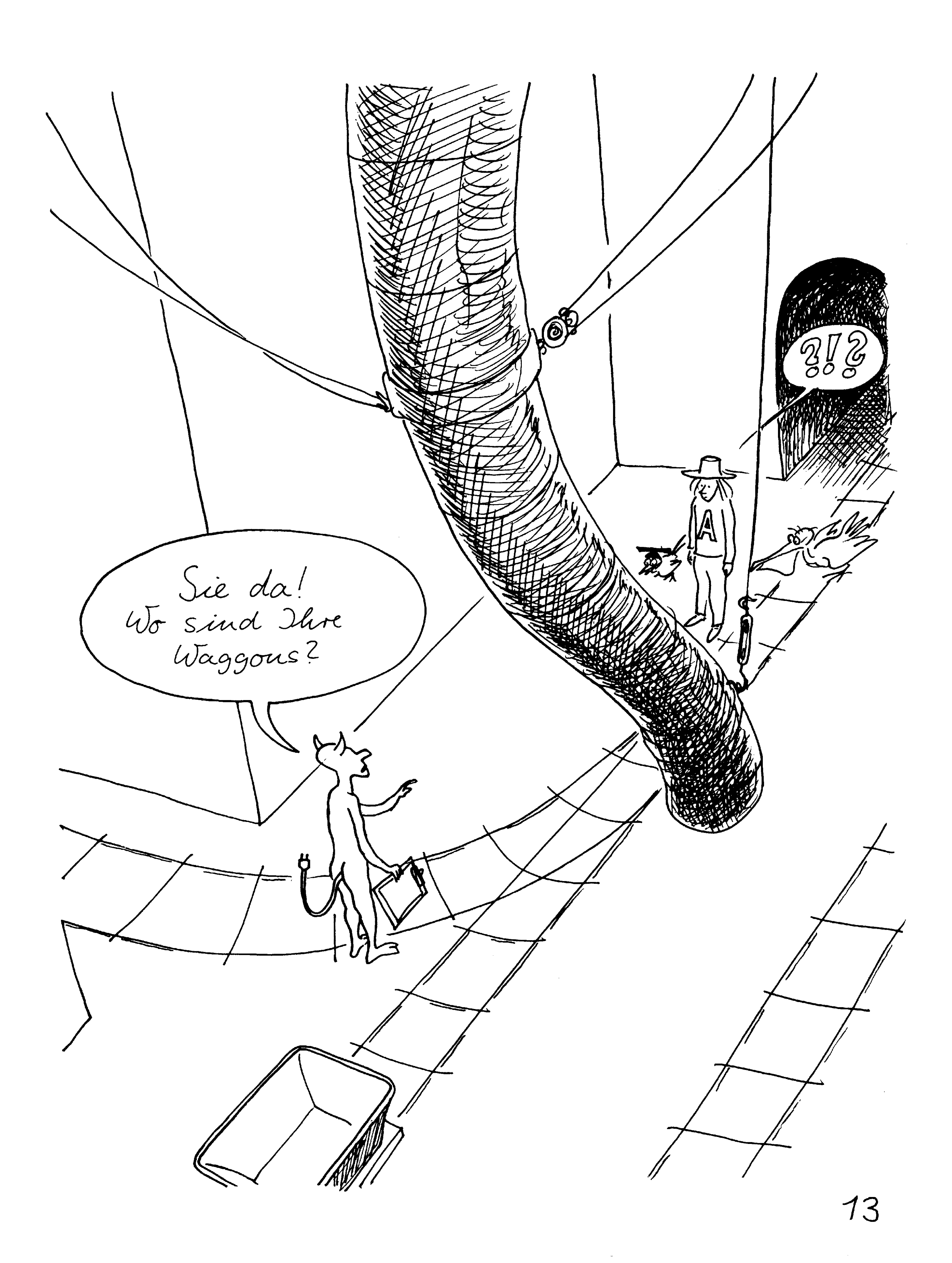

... um in den Computer zu gelangen,
muß man ABRACADABRA wählen und dann die
Taste mit der Aufschrift RETURN drücken.
Sophie ist gerade weggegangen.
Ich fürchte, das gibt eine Katastrophe.
Wollen wir nicht lieber warten, bis sie zurückkommt?
Sophie hat gesagt, wir sollen nichts anfassen.
Was soll's? Wir brauchen ihr ja nicht alles zu erzählen.
A


A.B.R.A.C.A.D.A.B.R.A.
Mist! Es geht nicht.
Ach ja... der Computer befolgt eine Anweisung nur, wenn man die Taste RETURN drückt.
Die Taste RETURN ... wo ist sie? Ah, hier!
WUMM!
BEDIENUNGS ANLEITUNG


Verflucht! So ein Mist!
BEDIENUNGS
ANLEITUNG
Da hast Du's, Du Prahlhans! Jetzt sitzen wir in der Tinte.
(*)
(*) Der Inhalt dieser Blase bleibt der Phantasie des Lesers überlassen.
P.S.
NUR WENIGE COMPUTER KENNEN DIE ANWEISUNG ABRACADABRA.
IM ZWEIFELSFALL WIRD VON EINEM VERSUCH ABGERATEN.


Achtung!
Ich höre ein Geräusch.
CHIP
CHIP
CHIP
Ich bin erst in der Mitte!
CHIP
CHIP
CHIP
CHIP
Tiresias, komm hieher!
Zum Teufel, ich habe Verspätung.
Wer ist das?
Ich habe keine Ahnung.


Nichts wie weg hier!
FLOP
FLOP
FLOP
Wartet!
Er ist dahinten stehengeblieben.
Was mögen das für Kästen sein?
He, seht mal her!


?!?
Sie da! Wo sind Ihre Waggons?
A


Sie stehen nicht auf meinem Programm. Zum Teufel, was ist das heute für ein Durcheinander!
Wir kommen von draußen...
...ja, und wenn Sie uns sagen könnten, wie wir hier wieder rauskommen...
Von draußen? Ist das eine neue Abteilung?
In diesen Schnittflächen, die da ständig neu erzeugt werden, finde ich mich nicht mehr zurecht.
Schnitt-was?
Ich werde mich später um Sie kümmern. Jetzt habe ich eine Eingabe.
RRRiiiNG


Los, Jungs! Auf Eure Plätze!
BASIC OHNE MÜHE
A
Max, such mir einen leeren Speicher!
IN SPEICHER A GEBEN
3
×
2



Jupp, kodiere das binär...
... und ruf mir die Leute von der Multiplikation, schnell!
Was macht der Zentralspeicher?
Kein Problem, der hat Platz. Sie halten einen leeren Speicher bereit.
Die Multiplikation?
Wir sind bereit!



Ist Leo fertig? Schickt uns den Bus!
Na?
Fertig! los!
KLICK
Vier Mikrosekunden, nicht schlecht...


... aber es könnte besser sein!
RRRIING
Ah, noch eine Eingabe. Es geht schon wieder los!
Auf die Plätze, Jungs!
Das also sind die Eingaben.
INHALT VON SPEICHER A ZUGEBEN
Max, Jupp?
Hier!


Leo!
Wo bleibt Leo?
Er soll sich
beeilen!
Warum stehen Sie
so faul herum? Hier ist
eine Addition
zu machen!
Ich?
Jawohl, Sie!
Man merkt, daß Sie neu
im Betrieb sind!
Dalli, dalli,
zum Teufel!
Die Mikrosekunden
laufen!
Gibt's denn
hier keine
Zigaretten?
Verdammt,
wo ist der erste Gang?

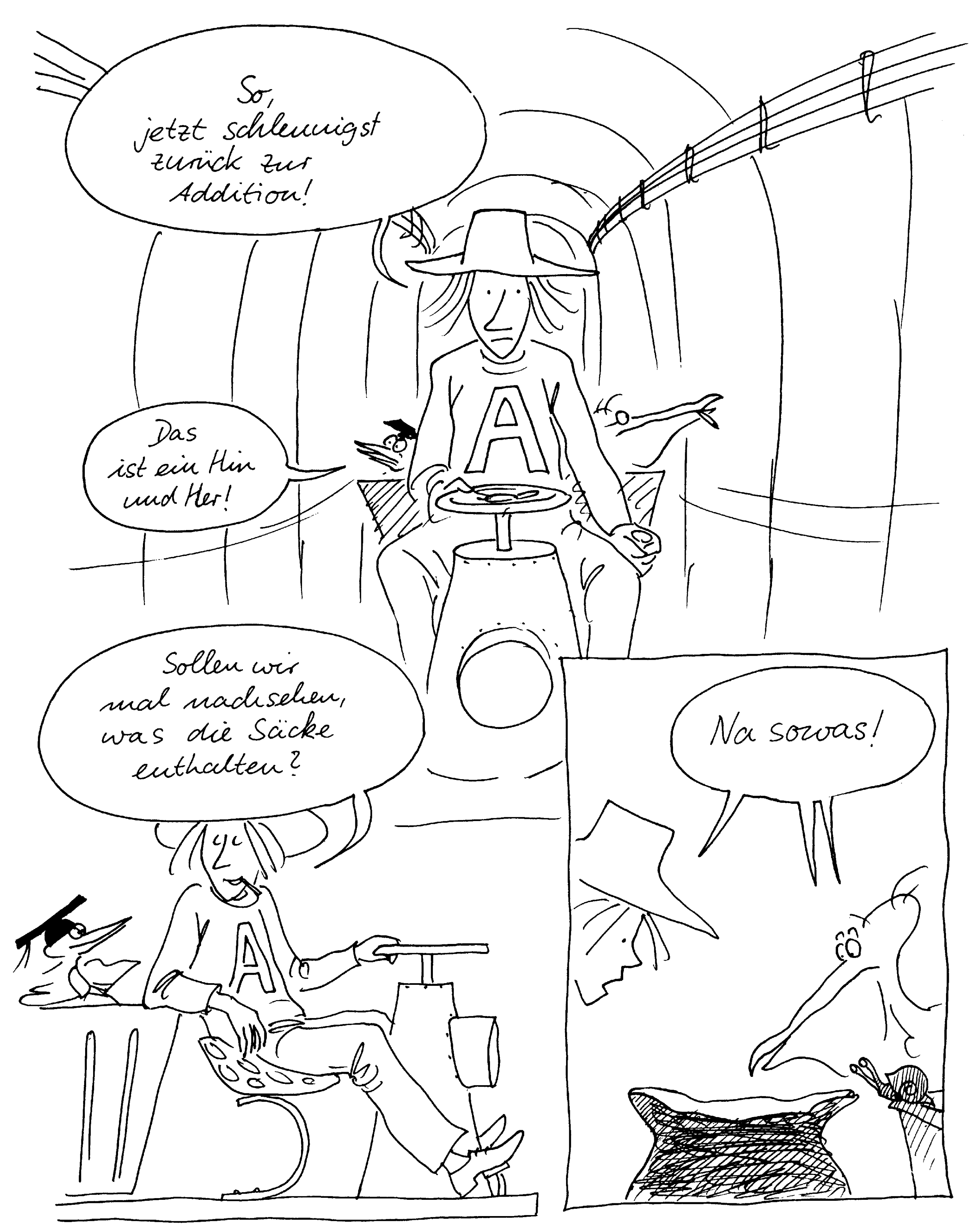

Oh la la!
Das geht aber schnell!
... Zweierpotenz ... Division ...
hier sind wir falsch!
DIVISION
He!
Die Addition!
Da scheint's zu sein.
Oh weh!
Sag mal,
Wanze, die
scheinen jetzt aber
auch jeden zu
nehmen.


Äh... es handelt sich um eine Addition...
Eine Addition?
Ich mache keine Addition.
Aber...
Dafür ist eine andere Abteilung zuständig.
VORZEICHEN-WECHSEL
Sieh mal da!


Ah, hier bin ich richtig.
ADDITION
Mist! Das ist ja heller Tabak!
Ich ... äh ... guten Tag! Dies muß zum Inhalt von Speicher A gegeben werden.
Ich würde Dir ja gerne helfen, mein Junge, aber ich kenne den Inhalt von Speicher A überhaupt nicht.
Du mußt ihn beim Zentralspeicher holen.
Ach du meine Güte!

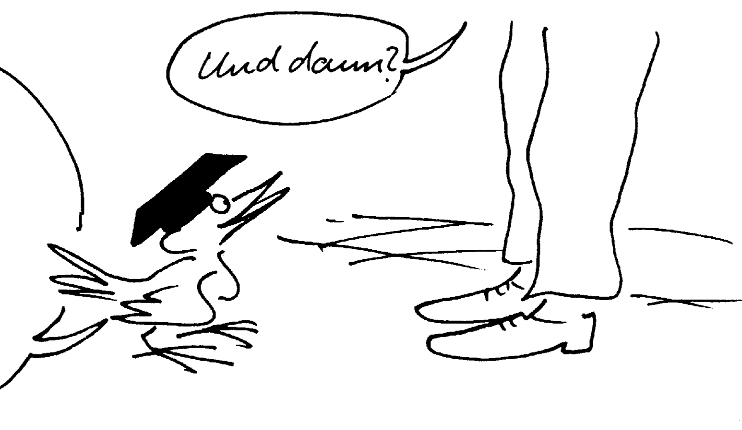

ZENTRAL-
SPEICHER
Hier ist er!
Guten Tag, ich hätte gern den Inhalt des Speichers A.
Sie meinen eine Kopie?
K
Ich bin nicht berechtigt, Inhalte herauszugeben. Sie können hier immer nur Kopien bekommen.
P
N
Hier ist sie.
A
A


Einige Speicher sind beschriftet, andere nicht. Warum?
A
F
U
K
Die ohne Aufschrift sind noch nicht belegt worden.
Was wollen Sie damit sagen?
Da ist noch nichts drin. Also schreibt man auch nichts drauf.
Z
Man merkt, daß Sie hier neu sind.


So, jetzt schleunigst zurück zur Addition!
Das ist ein Hin und Her!
Sollen wir mal nachsehen, was die Säcke enthalten?
Na sowas!


A
Der Sack „4" enthält auf ein Stück Filz genäht drei Taschentücher, von denen das erste einen Knoten hat...
... und im Sack „A" befinden sich ebenso geordnet zwei geknüpfte Taschentücher und ein ungeknüpftes.
Was machen die mit den vielen Taschentüchern?

Sie benutzen sie für die binäre Kodierung. Ich habe vorhin gesehen, wie das geht: Ein ungeknüpftes Taschentuch bedeutet Null, ein geknüpftes Eins.



Es ist ganz einfach: Wenn Du zählst, schreibst Du normalerweis Eins = 1, Zwei = 2, Drei = 3, Vier = 4, Fünf = 5, Sechs = 6, Sieben = 7, Acht = 8 und Neun = 9. Um die Zehn zu kodieren, setzt Du 1 und 0 nebeneinander, für die Elf schreibst Du 11, für die Zwölf setzt Du 1 und 2 zusammen, und so weiter, ...



... denn Dir stehen zehn Zeichen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 0) zur Verfügung, um alle Zahlen zu kodieren.

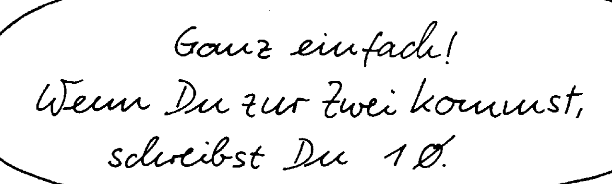
= NULL

= EINS

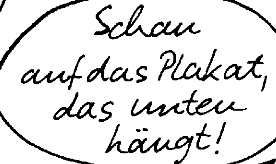
Jetzt nimm an, Du hättest statt der zehn Zeichen nur zwei, und die Zeichen wären Ø(*) und 1. Dann bist Du nicht mehr im dezimalen, sondern im binären System.

Aber wie geht es nach Null und Eins weiter?

(*) Um sie nicht mit dem großen Buchstaben O zu verwechseln, schreibt man die Null in der Informatik als Ø.


Ganz einfach! Wenn Du zur Zwei kommst, schreibst Du 1Ø.
Drei schreibt sich dann 11. Und wie weiter?


=2
=3
Eigentlich ist das gar nicht schwer zu verstehen.

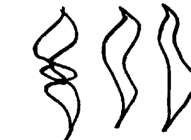

Schau auf das Plakat, das unten hängt!

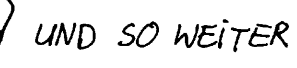











= Ø = NULL
= 1 = EINS
= 1Ø = ZWEI
= 11 = DREI
= 1ØØ = VIER
= 1Ø1 = FÜNF
= 11Ø = SECHS
= 111 = SIEBEN
= 1ØØØ = ACHT
UND SO WEITER
Dann sind die drei Taschentücher im Speicher A als Sechs zu lesen. Das ist das Ergebnis der Multiplikation 3 x 2, die sie vorhin vorgenommen haben.


Ich fürchte, da gibt es noch einen Trick.


Warum bleibt man eigentlich nicht bei der dezimalen Kodierung?
Weil der Computer außer Null und Eins nichts versteht.
ADDITION
He, halt an! Wir sind wieder bei der Addition.
Mal sehn...
110 + 100 = ?
Die elementaren Additionen sind: 0 + 0 = 0
0 + 1 = 1 + 0 = 1
1 + 1 = 10
Im letzten Fall schreibt man die 0 und behält die 1 „im Sinn".
Teufel...
100
+ 110
1010
Null und Null gibt Null. Null und Eins gibt Eins. Eins und Eins gibt Null und Eins „im Sinn". Dann habe ich in der nächsten Spalte praktisch Null und Eins, und das ergibt Eins.



Führt man die Tabelle von Seite 28 weiter, so kommt man auf Zehn.
Ich wußte doch, daß da noch ein Trick war!
=1000=ACHT
=1001=NEUN
=1010=ZEHN
Bitte geben Sie die Zehn in Speicher A!
Mein lieber Tiresias, das ist alles lächerlich einfach. Sie müßten mir nur eine Minute lang zuhören.
Besten Dank!
Wissen Sie, der Inhalt der Säcke interessiert mich überhaupt nicht. Das ist nicht mein Bier. Ich speichere und liefere Kopien. Um den Rest sollen sich die anderen kümmern.
A
Tiresias, Sie sind ein fauler Sack!
Ich will hier raus!


Was haben Sie denn die ganze Zeit gemacht? Die ganze Rechenkette war Ihretwegen blockiert.
So geht das jedenfalls nicht weiter! Ich habe keine Ahnung woher Sie kommen, aber Sie können hier nicht alles durcheinanderbringen.
Wo mag Anselm nur bleiben? Bis er kommt, werde ich ein kleines Programm schreiben. Beginnen wir mit der Eingabe von Daten.
!!!!
BLUTSCH
Oh je, es geht schon wieder los! Und ich habe niemanden, der die Arbeit macht.
Was mag sie jetzt wohl fabrizieren?


Also, zurück zum Zentralspeicher!
Sie werden zwei Reihen von Daten speichern.
Jede Reihe besteht aus mehreren Wörtern.
B(1) PHOB
A(1) MYCO
Kann man auch Wörter speichern?
Natürlich! Sie werden erst in eine dezimal geschriebene Zahl umgewandelt, und diese wird dann binär kodiert.
Die Daten sind zwei Pakete von je dreihundert Wörtern. die Wörter des ersten Paketes sind mit A(1) bis A(300) numeriert, die des zweiten Paketes mit B(1) bis B(300).
Da Sie schon hier sind, lassen Sie mir zweimal dreihundert Speicher reservieren.
Ich fahre jetzt erst zur Kodierung und dann zum Zentralspeicher.
WORTREIHE A
WORTREIHE B
A



Zum Lesen ist jetzt keine Zeit!
KODIERUNG
KODE-BUCH
Pyro, mono, logo... Was soll das nur?
Hilf mal, damit's schneller geht! Nimm die Reihe B!
Auch das noch!
A
A(5)
B(1) B(2) B(3) B(4) B(5) B(6) B(7) B(8) B(9) B(10) B(11) B(12) B(13) B(14)
B(1)
B(2)
B(4)


DATEN-
EINGABE
Was mag der Neue machen?
PROGRAMM-
SPEICHERUNG
BOING
Ah, jetzt kommt das Programm.
FÜR N
DEN WERT EINS
SETZEN
FÜR N
DEN WERT EINS
SETZEN
Das ist die erste Anweisung des Programms.
Nicht so schnell!
Was machen Sie da?
A


Ich bringe die Anweisungen des Programms in die richtige Reihenfolge. Sie kommen hier gänzlich ungeordnet an.
Mit anderen Worten: er macht die Liste der Programmschritte.
So, das hätten wir geschafft.
Weiter!
Das hält uns ganz schön in Trab.
Anweisung ändern.
ANWEISUNG 9 LÖSCHEN (ICH HABE MICH GEIRRT). ES MUSS HEISSEN: 9. N UM EINS VERMEHREN.
Verflixt, ich habe mich schon wieder vertan!
Diese Programmierungen! Sie haben keine Ahnung, wie anstrengend die für uns sind.


Wo bleibt die Anzeige?
Möchten Sie ein Bonbon?
SCHWEFEL
So... jetzt kann ich weitermachen.
Nein, danke.
Können Sie mir erklären, was es mit diesen Rezepten auf sich hat?
Ein Programm ist tatsächlich so etwas wie ein Kochrezept, wobei die Daten die Zutaten sind. Es besteht aus Anweisungen, die in ihrer Reihenfolge numeriert sind. Wenn ich den Befehl bekomme, ein Programm laufen zu lassen, dann führe ich seine Anweisungen aus, eine nach der anderen.
1. FÜR N DEN WERT EINS SETZEN
Und wenn es nicht gebraucht wird?
Dann bleibt das Programm im Programmspeicher.
Das ist also das Ding, das sie überall herumschleppen.



SOPHIES PROGRAMM

1. FÜR N DEN WERT EINS SETZEN.
2. FÜR I EINEN BELIEBIGEN WERT ZWISCHEN 1 UND 300 SETZEN.
3. FÜR J EINEN BELIEBIGEN WERT ZWISCHEN 1 UND 300 SETZEN.
4. A (I) DAS Ite WORT DER REIHE A SUCHEN
5. B (J) DAS Jte WORT DER REIHE B SUCHEN
6. M = A (I) + B (J) BILDEN (VERKNÜPFUNG)
7. N DRUCKEN
8. IN DIE GLEICHE ZEILE NACH EINER LEERTASTE DAS WORT M DRUCKEN
9. N UM EINS VERMEHREN
10. WENN N > 20, AUFHÖREN. WENN NICHT, MIT SCHRITT 2 FORTFAHREN.


Anschließend gehen Sie zur Abteilung Zufall, um die Anweisungen 2 und 3 auszuführen!
ZUFALLS-ABT
Sie wünschen?
KORREKTE KLEIDUNG ERFORDERLICH!
Ich hätte gern zwei beliebige Zahlen zwischen 1 und 300.
Diese Hippies!
Bevor Sie hineingehen, binden Sie bitte diese Krawatte um.
Tut mir leid, aber Tiere sind nicht zugelassen.


Bitte geben Sie das in zwei Speicher und nennen Sie den einen İ und den anderen J̇.
Sehr wohl, mein Herr.
Das wäre erledigt.
Jetzt gehen Sie zum Zentralspeicher!
Aber ich komme von dort!
Hier wird nicht diskutiert! Sie nehmen den Inhalt von İ und benutzen ihn, um in der Reihe A das Wort A(İ) zu suchen! Dasselbe machen Sie mit J̇ und dem Wort B(J̇) der Reihe B!
Das ist eine Pendlerarbeit.
Hier ist der Inhalt von İ. Damit Sie nicht im Binären lesen müssen, gebe ich Ihnen eine dezimal kodierte Kopie.
96
Danke! Ich suche also in der Reihe A das 96. Wort.
A(1) A(2) A(3) A(4) A(5) A(6) A(7) A(8) A(9) A(10) A(11)



Für jede Operation braucht der Rechner ein Programm, das man als Unterprogramm bezeichnet. Die Addition oder die Multiplikation sind Beispiele dafür. Auch die Verknüpfung ist ein Unterprogramm. Erinnern Sie sich, daß A(I) und B(J) Wörter sind, das heißt, Buchstabenfolgen?

Das Unterprogramm Verknüpfung vereinigt zwei solcher Buchstabenfolgen zu einem neuen Wort M. Um das zum Ausdruck zu bringen, schreibt man

$$M = A(I) + B(J).$$


Aber, das sind ja bloß wieder Taschentücher mit und ohne Knoten!
Sie wissen doch, daß alles was hierher unterwegs ist, binär kodiert ist! Das gilt für Buchstaben ebenso wie für Zahlen.
B(J)
Laß mal sehen! Auf den ersten Blick heißt das hier COSMO.
A(I)
Und im Sack B(J) ist PHOB.
B(J)
VERKNÜPFUNG
So, fertig verknüpft!
A(I)
B(J)
M=A(I)+B(J)
Fein! Das muß jetzt in den Speicher M.
Ich werde langsam verrückt von dem dauernden Hin und Her.


He, Puffer! Schritte 7 und 8! Druck den Inhalt von N und dann in die gleiche Zeile nach einer Leertaste den Inhalt von M!
Großartig! Mein Programm läuft.
RRRiiiiiTT
1 COSMOPHOB
DRUCKER
PAPIER
STOP
TEST
Es klappt!
COSMOPHOB! Das ist lustig. Der Computer hat das Wort „erfunden". Jetzt muß ich mir einen Sinn dafür ausdenken... Cosmophob könnte jemand sein, der vor dem Universum Angst hat.
In Schritt 10 haben wir eine bedingte Anweisung. Sie verlangt eine Prüfung des Speicherinhaltes. Wenn der Inhalt des Speichers N größer ist als 20, dann ist das Programm zu Ende. Andernfalls kehrt es zu Schritt 2 zurück und beginnt dort von neuem.
10. WENN N>20, AUFHÖREN. WENN NICHT, MIT SCHRITT 2 FORTFAHREN
Was geschähe, wenn die Prüfung nicht vorgeschrieben wäre?


Dann könnte sich das Programm an dieser Stelle nicht verzweigen.
Das heißt, das Programm würde sich selbst endlos wiederholen?
Natürlich! Es gäbe ja keine Anweisung, um es zu stoppen. Hier gehorchen wir den Befehlen, ohne zu diskutieren. Das Programm, das jetzt gerade läuft, ist so konzipiert worden, daß es genau 20 Wörter bildet. Nachdem es zwanzigmal im Kreis gelaufen ist, hört es automatisch auf. Der Schritt „N um Eins vermehren" gestattet es dem Speicher N, wie ein Rundenzähler zu funktionieren. Aber während wir reden, laufen die Mikrosekunden! An die Arbeit!
Das hier passiert, wenn man ohne Überlegung programmiert.
Ich werde dieses Programm LOGOTRON nennen.
17 CHRONOTHERAPEUT Uhrmacher
18 ELASTOLITH elastisches Gestein
19 MYCOCLAST Pilzzerkleinerer
14 HEMIGAM halb verheiratet.



besteht aus einer komplexen Folge von Schritten und einer Vielfalt von Unterprogrammen. Grundsätzlich kann man auf diese Weise jedes beliebige Programm zusammenstellen. Wenn das Programm sinnvoll sein und nicht von irgendeinem Schritt an im Kreis arbeiten soll, kostet sein Aufbau viel Mühe.

Heute hilft der Computer dem Menschen, Daten schnell zu ordnen und numerische Berechnungen zu machen, die ohne den Computer Monate oder sogar Jahre dauern würden. Wie unser Beispiel zeigt, kann er auch zur Verarbeitung von Texten dienen und die Phantasie anregen.

Noch ist der Mensch Herr und Wächter seines Wissens, und noch kann der Computer nur die Arbeiten ausführen, die ihn der Mensch gelehrt hat. Aber mit Augen, Ohren und Händen ausgestattet, könnte er mit der Außenwelt in Verbindung treten und aus seinen Erfahrungen Schlüsse ziehen, mit denen er seine Programme ändert, um sie leistungsfähiger und angemessener zu gestalten. Einige Menschen glauben, daß eines Tages so die künstliche Intelligenz geboren werden könnte.

Und dann werden unsere Sorgen erst richtig anfangen.

PHYSIKALISCHE BLÄTTER
HANDELSBLATT
VON NEUMANN THEORIE DER SPIELE
MACHIAVELLI Der Prinz
TARSKOW MULTI-MODALE LOGIK

Ein Kind, das man sorgsam überwachen sollte.

LEIBNIZ ABHANDLUNGEN ÜBER DAS MENSCHLICHE VERSTÄNDNIS

HYPOCARD: engherziger Mensch

MESOGRAPH: Gerät, das zwischen den Zeilen schreibt

ELASTOSAURIER: Vorfahr des Regenwurms

PODOMORH: Schuhmacher

STATODYNAMIK: Veränderung des Unveränderlichen

PANSCAPH: Fahrzeug für alle Gelegenheiten

EPISCODROM: Sportplatz im Vatikan

PSEUDOPATH: Patient mit der falschen Krankheit

BIBLIOSTAT: Buchstütze

LOGOTOM: Gerät zur Bildung abgehackter Sätze

PANMANIE: die Kunst, alles haben zu wollen

PYROTOP: Ofenrohr

MONOSKOP: Lupe, mit der man immer nur ein Ding sieht

LITHOPHON: Hörrohr des Steinzeitmenschen

PANPHOBIE: Angst vor der Bratpfanne

THEOTOP: Bischofshut

LATEROGRAD: ein Ding mit geraden Kanten

LOGOMETER: Gerät zur Messung der Wortlänge

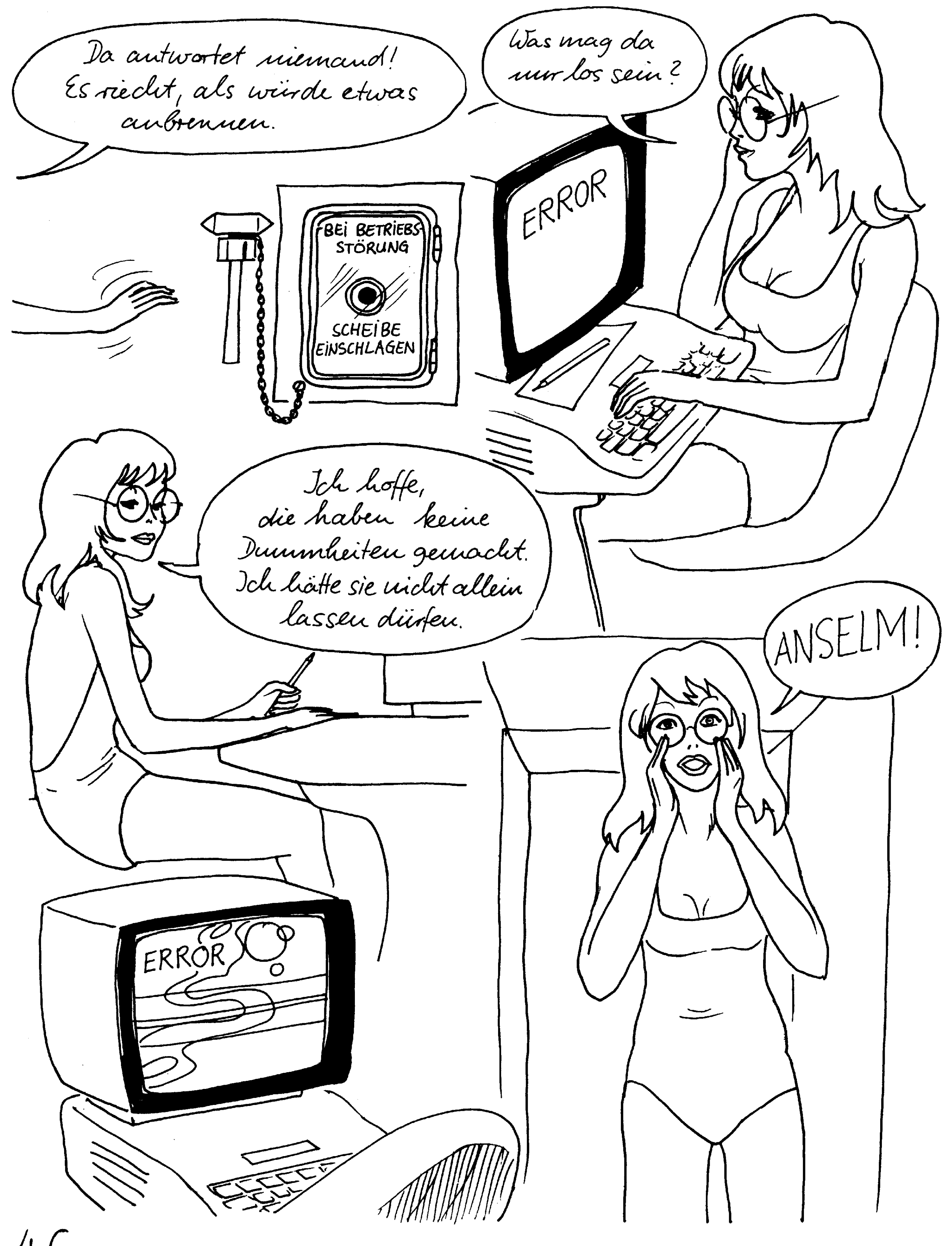
Während sich Sophie amüsiert, bahnt sich im Computer eine Katastrophe an.

Was? Jetzt auch noch Alarm?

Zum Teufel!

Hallo! Ist dort der Zentralspeicher? Hallo!

1. FÜR N DEN WERT EINS SETZEN



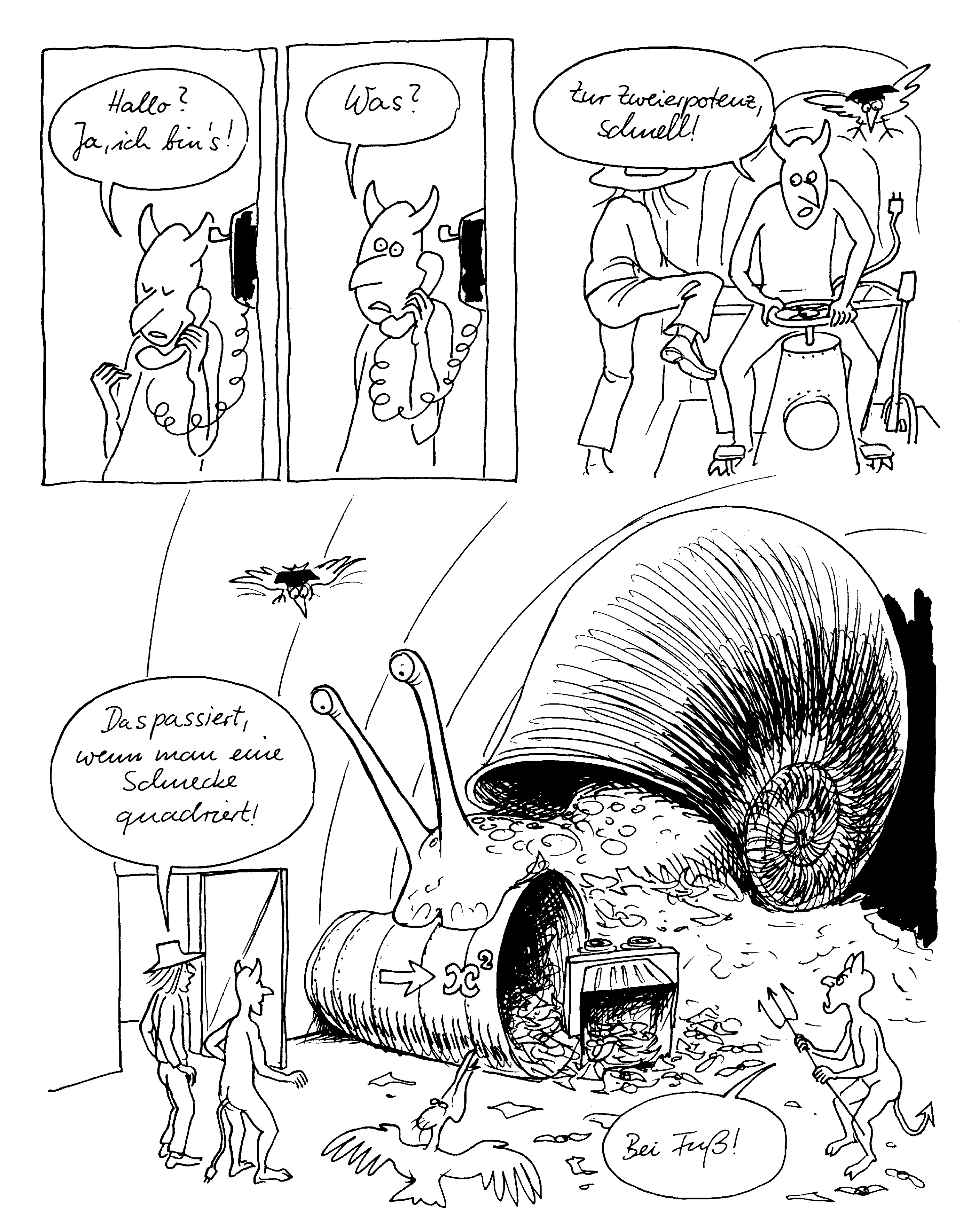
Da antwortet niemand! Es riecht, als würde etwas anbrennen.
Was mag da nur los sein?
BEI BETRIEBS-STÖRUNG
SCHEIBE EINSCHLAGEN
ERROR
Ich hoffe, die haben keine Dummheiten gemacht. Ich hätte sie nicht allein lassen dürfen.
ANSELM!
ERROR


Sie sind verschwunden! Hoffentlich geht das gut!
Hallo! Zentralspeicher! Was? Kapazitätsüberschreitung? Zum Teufel!
Hallo! Alles abschalten! Hören Sie mich? Alles abschalten!
RRRRIIING!
So ein Durcheinander hat es noch nie gegeben.
Wo ist Tiresias, die Schnecke?
A
Vorhin war sie noch bei uns.


Konnten Sie denn auf Ihren Kumpel nicht besser aufpassen?
Wir müssen sie schleunigst wiederfinden, sonst jagt sie möglicherweise uns und das ganze System in die Luft.
Hoffentlich hat sie den Vorzeichenwechsel noch nicht passiert! Sonst hat sie ihr Geschlecht geändert und ist nicht mehr zu erkennen.
Diese Gefahr besteht nicht. Schnecken sind Zwitter.
Sollten wir uns nicht lieber aus dem Staub machen?


In der Trigonometrie könnte sie zwischen Kathete und Hypothenuse geraten!
Wie wohl der Cosinus einer Schnecke aussieht?
Haben Sie denn gar kein Mitgefühl? Wenn Ihnen das nun passieren würde?
Abscheulich!
Das hört sich ganz nach Anselm und seinen Freunden an.
Kein Zweifel, die sind da drin.


Was für eine Verschwendung!
Hier ist der Lageplan. Lassen Sie uns versuchen, Ihre Schnecke zu finden.
EINGANG
KODIERUNG
DATEN-SPEICHER
ARITHMETISCHE UND LOGISCHE OPERATIONEN
PROGRAMM-SPEICHER
DEKODIERUNG
AUSGABE
DRUCKER
BILDSCHIRM
LAUTSPRECHER
RRRIIIING
Ein Anruf für Sie!


Hallo? Ja, ich bin's!
Was?
Zur Zweierpotenz, schnell!
Das passiert, wenn man eine Schnecke quadriert!
x^2
Bei Fuß!


Hören Sie auf, sie zu schrecken! Das bringt nichts. Sie werden ihr nur Angst einjagen, und das macht alles nur noch schlimmer.
Wer weiß, wozu eine Schnecke fähig ist, wenn sie Angst hat?
Sie könnte in Wut geraten und angreifen.
Wir werden sie niemals durch die Tür bekommen!
Hilfe!


Es gibt nur eine Lösung: man muß aus ihr die Quadratwurzel ziehen.
Das heißt?
Sie muß den Weg, auf dem sie gekommen ist, zurückgehen.
Sei ruhig, Tiresias! Wir bringen Dich hier wieder raus.
Vorwärts, Tiresias, vorwärts!
Hilfe!
Höllenmaschine!
Vorwärts!


ZWEIERPOTENZ
Ich will raus!
Ha! Es hat funktioniert!
Also in dem Fall hilft nichts, als alle Speicher zu löschen.
SPEICHER LÖSCHEN
BOING!
Ich möchte mal wissen...
Die scheinen nicht zu wissen, was sie wollen.
Jetzt muß ich alle diese Taschentücher entknoten.
N
A


SPEICHER LÖSCHEN
Was machen Sie da?
Wir haben den Befehl erhalten, die Speicher zu löschen.
Warum macht Sophie das nur?
Von wem reden Sie?
Na, von Sophie!
Sophie? Ist das eine neue Abteilung?


Sophie, das ist…
… ach, es ist viel zu kompliziert, Ihnen das zu erklären.
Oh, bin ich plötzlich müde!
Was fehlt Ihnen?
Sie haben ganz rote Augen!
Nichts, ich fühle mich nur ein bißchen flau.
Kein Wunder, wenn man in diesem Tempo arbeiten muß.

Ich muß mich ein bißchen aufladen.

Geht's Ihnen besser?

Ja, ich komme wieder zu Kräften.

Gut, fassen wir ein wenig zusammen. Ein Computer hat einen Eingang und einen Ausgang. Daten werden durch den Eingang eingegeben und kommen nach der Verarbeitung am Ausgang wieder heraus. Alle Daten sind binär kodiert, da Ihre Leute nur bis 1 zählen können.

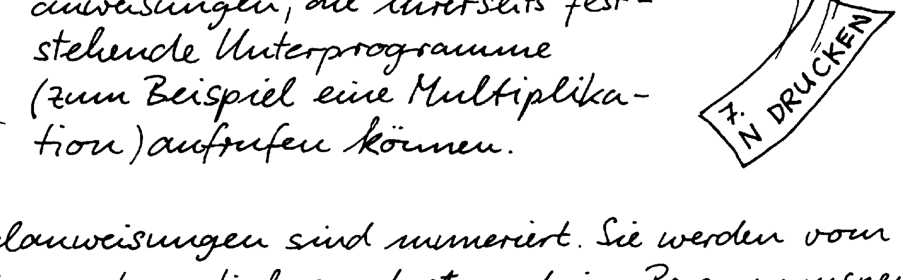




Die Verarbeitung der Daten besteht aus arithmetischen oder logischen Operationen. Die Wortverknüpfung ist ein Beispiel für eine logische Operation. Zwischenergebnisse werden gespeichert, bis sie für weitere Operationen gebraucht werden.

Ein Programm besteht aus Einzelanweisungen, die ihrerseits feststehende Unterprogramme (zum Beispiel eine Multiplikation) aufrufen können.

7. N DRUCKEN



Die Einzelanweisungen sind numeriert. Sie werden vom Computer automatisch geordnet und im Programmspeicher aufbewahrt, bis der Benutzer durch einen Befehl, den er mit der Tastatur eingibt, das Programm aufruft, das heißt, dessen Ausführung veranlaßt. Während der Ausführung eines Programms herrscht im Computer ein ständiges Hin und Her von Daten zwischen den verschiedenen Speichern. Die Verbindung zwischen allen Speichern bezeichnet man als Bus.

PROGRAMM-AUSFÜHRUNG

Die Anweisungen, aus denen ein Computerprogramm besteht, werden in einer speziellen Sprache geschrieben, deren Art von der Konstruktion des Computers abhängt.

Das Ergebnis der Datenverarbeitung kann durch verschiedene Ausgänge (über Drucker, Bildschirm oder Lautsprecher) ausgegeben werden.

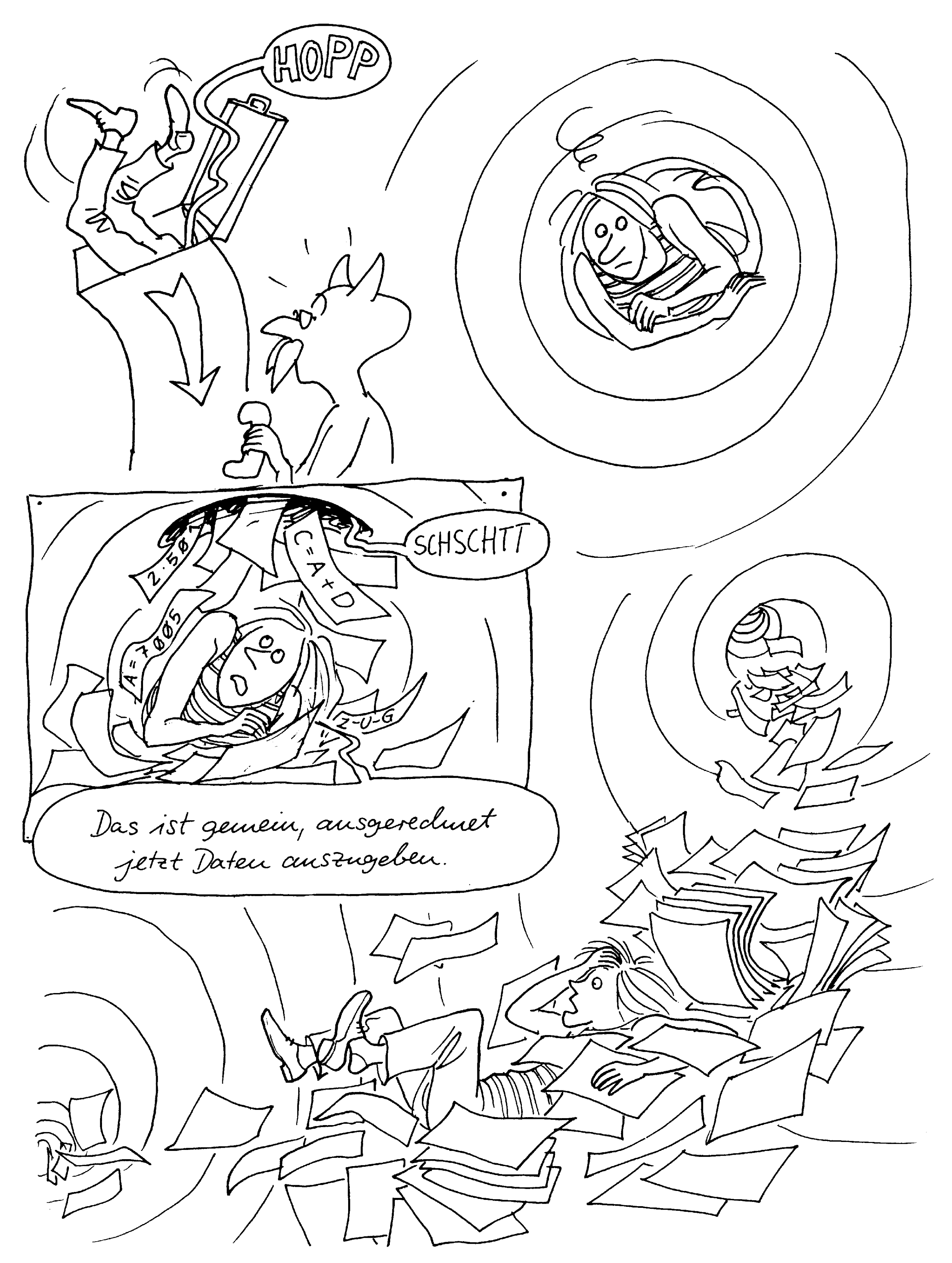


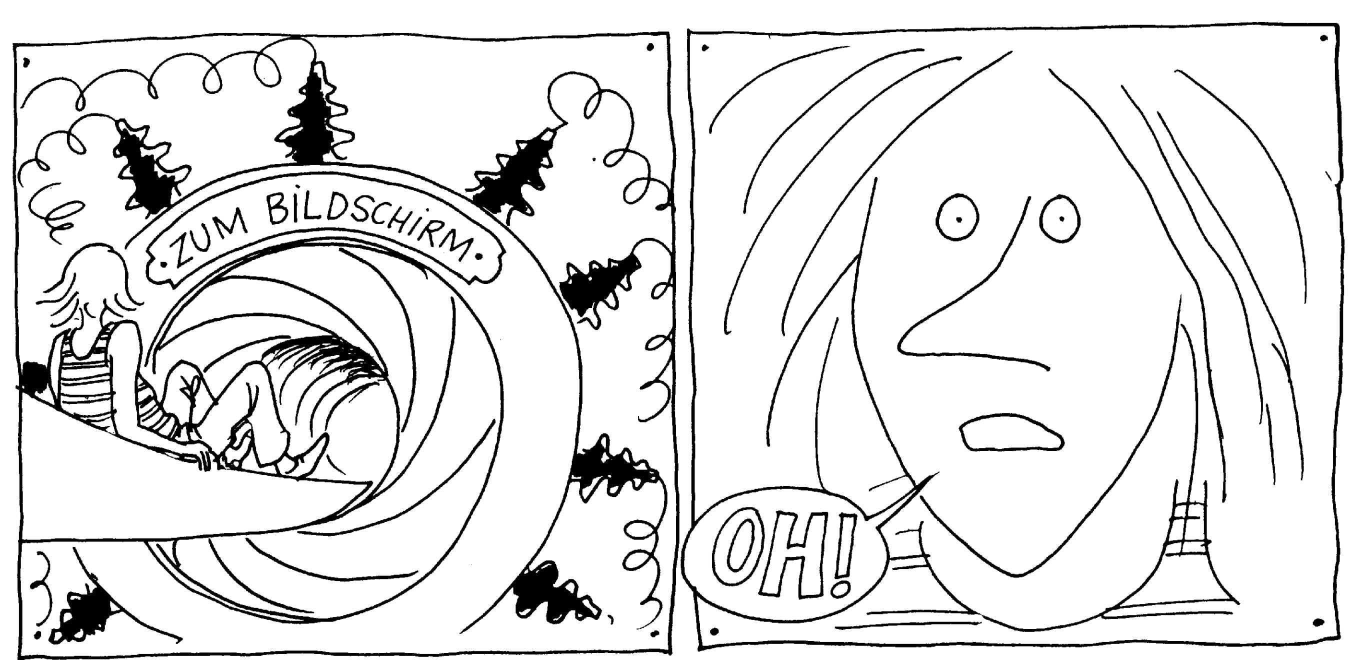

Welche Möglichkeiten gibt es, aus dem Laden wieder rauszukommen?
Raus-zukommen?
Sie müssen doch schließlich wissen, woher Ihre Befehle kommen und wohin die Rechenergebnisse gehen!
Ich vermute, wir arbeiten hier für andere Abteilungen.
Aber nein! Sie arbeiten nicht für andere Abteilungen, sondern für die Oberwelt!
Wir haben manchmal schon selbst daran gedacht. Aber das ist unmöglich. Überlegen Sie mal, wieviel Energie erforderlich wäre, um das ganze Zeug zu übersetzen.
Wollen Sie behaupten, daß die Operationen und Rechnungen, die wir hier ausführen, einen Sinn haben?
Da hat er recht!


Sie arbeiten hier mit der lächerlichen Stromstärke von einigen Tausendstel Ampere.
Wollen Sie mich veräppeln?
In der Oberwelt spuckt schon ein einfacher Autoanlasser mehr als hundert Ampere aus.
Hundert Ampere ... Teufel nochmal!
So kommen wir hier nicht raus.
Wohin tun Sie ihre Rechenergebnisse?
In diesen Schacht.
Aha!


Tiresias! Du hast für heute genug Dummheiten gemacht!
Hier hindurch? Wenn das man gut geht!
Ich will raus!
AUSGANG
DEKODIERUNG
Wir haben eine neue Eingabe!
Sophie ruft uns.
Schnell an die Arbeit!
ANSELM!
RRRIIINNG!
Hallo, haben Sie einen Speicher mit der Bezeichnung A-N-S-E-L-M?
Aber nein, Sie Sohn der Hölle! Anselm bin ich!
SELM!


Hallo, hier ist der Zentralspeicher. Wir haben nichts mit dieser Bezeichnung.
Aber ich sage Ihnen doch: Ich bin Anselm!
Ja, ja ... schon gut... Sie müssen verstehen... unsere Befehle... ich bin mir nicht sicher...
Ich muß mich wohl allein durchschlagen.
Was sein muß, muß sein!
Wenn das so weitergeht, drehe ich durch!
Ich rufe zurück! Ich habe jemanden in meinem Büro.


HOPP
KI
SCHSCHTT
2:5Ø
C=A+D
A=7ØØ5
Z-U-G
Das ist gemein, ausgerechnet jetzt Daten auszugeben.



SOPHIE!

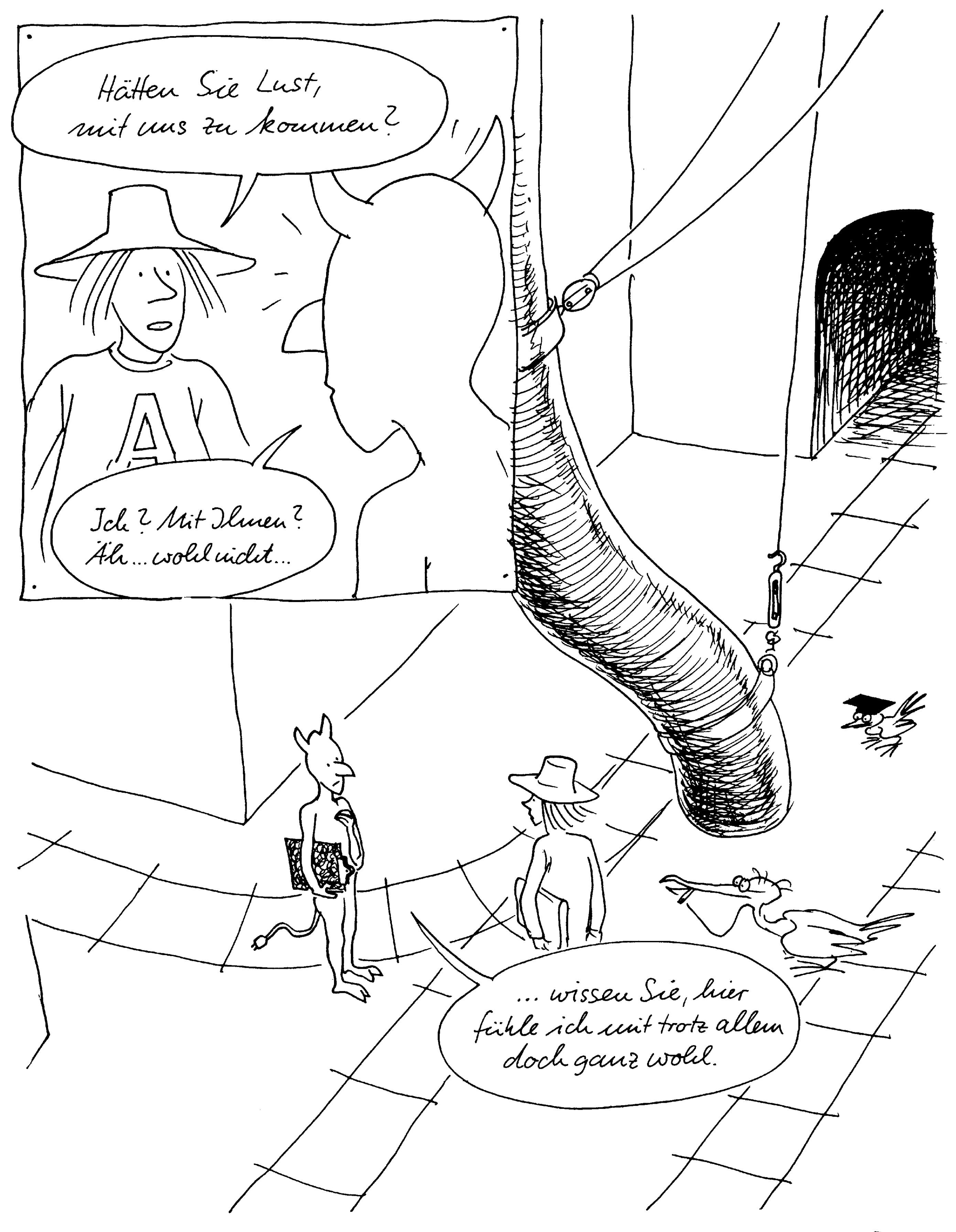
Anselm! Endlich bist Du wieder da!


HOL' MICH HIER RAUS!
Ich bin froh, Dich heil wiederzusehen. Aber ich kann Euch durch den Bildschirm nicht herausholen. Es geht technisch nicht.
Wo habt Ihr die Gebrauchsanweisung gelassen?
Das Heft?
Ja, ich habe es schon überall gesucht!


BEDIENUNGSANLEITUNG
Es muß zusammen mit uns in den Rechner gefallen sein, als ich die Anweisung ABRACADABRA eingegeben habe.
Ich weiß nicht, welche Anweisung ich geben muß, um Dich da herauszuholen. Sie muß im Heft stehen. Du mußt versuchen, es wiederzufinden.
Ich gehe!


Da ist er wieder.
Helft mir mal!
Ich weiß jetzt, wie man hier rauskommt.
Ah, da ist ja das Heft, das wir brauchen!
BEDIENUNGS ANLEITUNG
Mal sehen ... Bildschirm ... Löschen ... Umlaufwiederkehr ... das ist es nicht ...
BEDIENUNGS ANLEITUNG

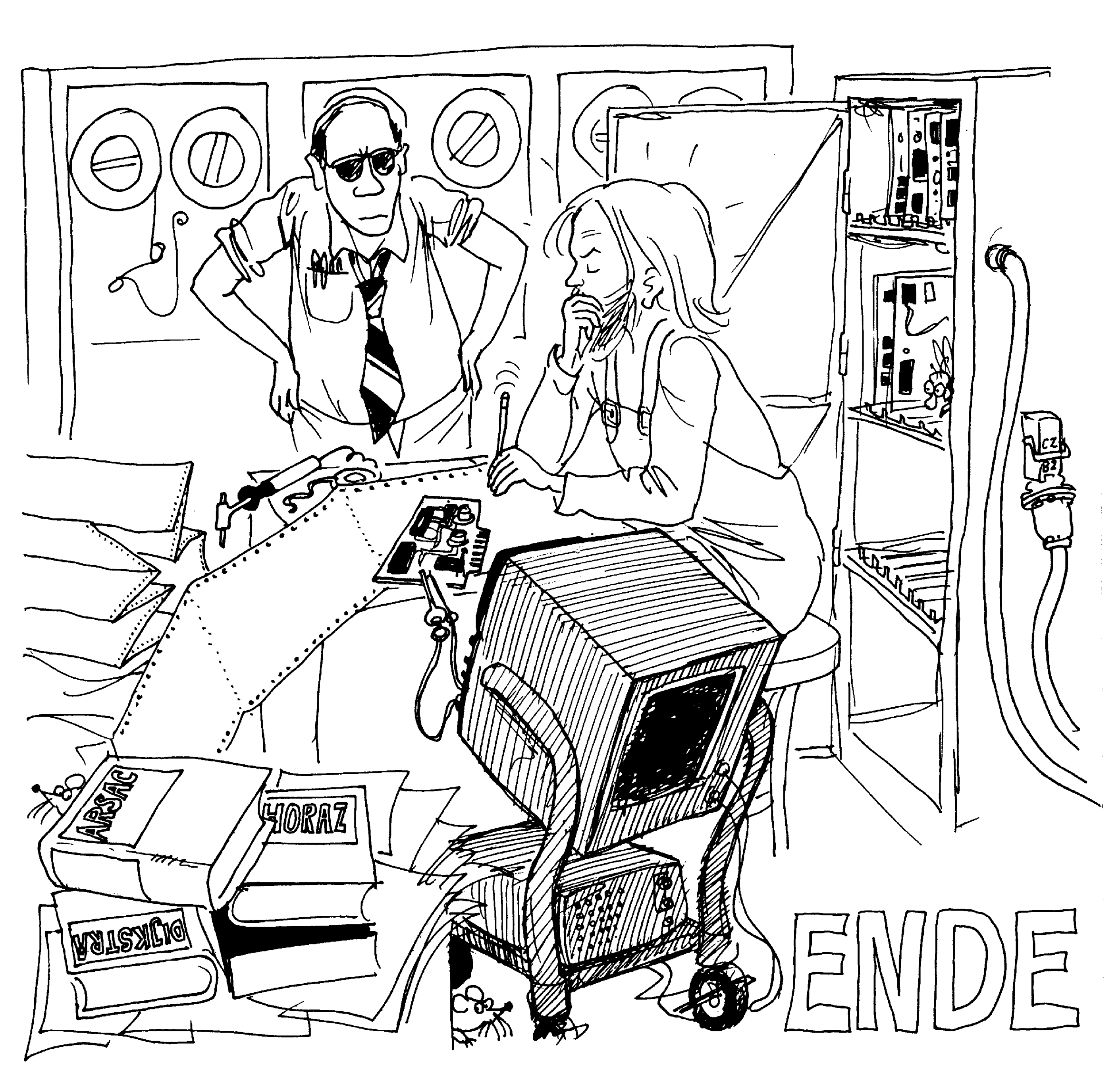

UM AUS DEM RECHNER HERAUSZUKOMMEN, WÄHLE MAN
NON-ABRACADABRA
UND DRÜCKE DIE TASTE RETURN.
DIESE ANWEISUNG ANULLIERT DIE ANWEISUNG ABRACADABRA.
Da ist es!
Kann ich eine Nachricht nach draußen geben?
Wir haben einen Schnittstellen-Ton, der sich dafür eignen könnte.
BEDIENUNGS-
Sophie, Du mußt die Anweisung NON-ABRACADABRA eingeben!
Verstanden!
Und natürlich die Taste RETURN drücken!


Hätten Sie Lust, mit uns zu kommen?
Ich? Mit Ihnen? Äh ... wohl nicht ...
... wissen Sie, hier fühle ich mich trotz allem doch ganz wohl.


BERECHNUNG DER LETALEN DOSIS VON TABUN
1. EINWIRKUNG AUF DAS GEWEBE
$(CH_3)_2N$
$O=P-CN$
C_2H_5O
Außerdem werden wir manchmal gebeten, interessante Berechnungen auszuführen...
BERECHNUNG DER FÜR DIE EXPLOSION ERFORDERLICHEN KRITISCHEN MASSE
ZÜNDZEIT:
EXPLOSIONS-ZEIT:
PANZERUNGSSTÄRKE
FLUGBAHN DER RAKETE
L = 4,10 m
M = 1210 kg
V = 980 km/h
h = ± 40
REGISTER DER SYMPATHISANTEN
... und nachdem Sie mir gesagt haben, daß das alles in der Oberwelt einen Sinn hat, frage ich mich, ob wir es da in der Unterwelt nicht doch wesentlich besser haben.
Vielleicht haben Sie recht!
Abscheulich!
A


WUMM!
Verdammte Wanzen!
Oh, Anselm! Ich war so beunruhigt!
Gott sei Dank!
CZ

Im Rechenzentrum gibt es seither immer wieder Pannen, die kein Spezialist beheben kann. Möglicherweise liegt das an Anselms linkem Schuh, der irgendwo hängengeblieben sein muß...



JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜẞTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.


Sophie, manchmal frage ich mich...
Was, mein Lieber?
... ich weiß nicht, ... ob die Dinge wirklich so sind, wie sie aussehen, ... ob die Realität real ist, ...
... ob es keine Dinge hinter den Dingen gibt...
Achtung! Ein Universum kann sich in einem anderen verstecken.
Du brauchst nur hier hindurch zu gehen, um nachzusehen.

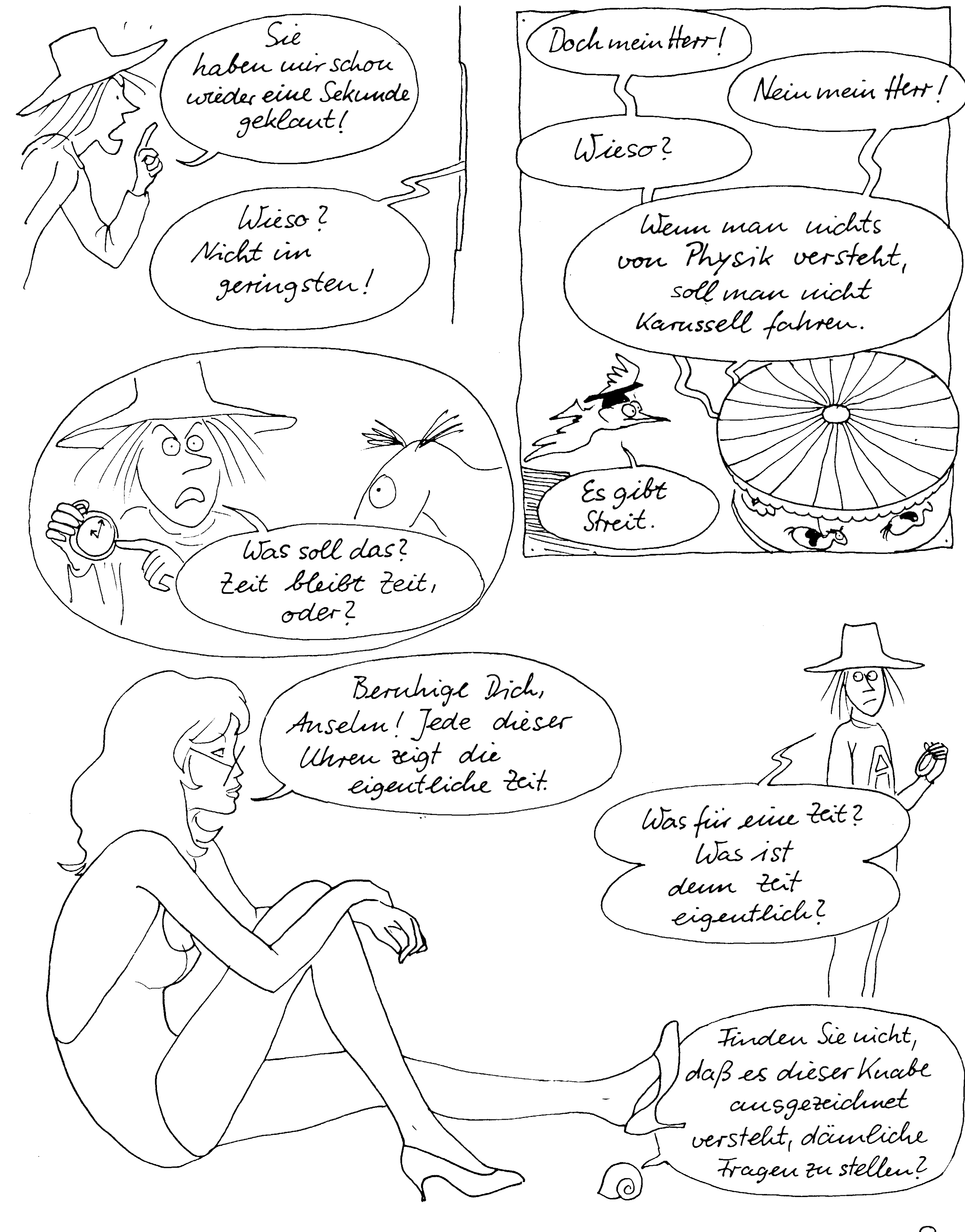

Da spielt jemand Geige.
Sind dort die Katakomben der Physik?
Komm mit! Hier kannst Du ein paar Tricks lernen.


ALBERT'S
COSMOS PARK
Es kommt von dahinten.

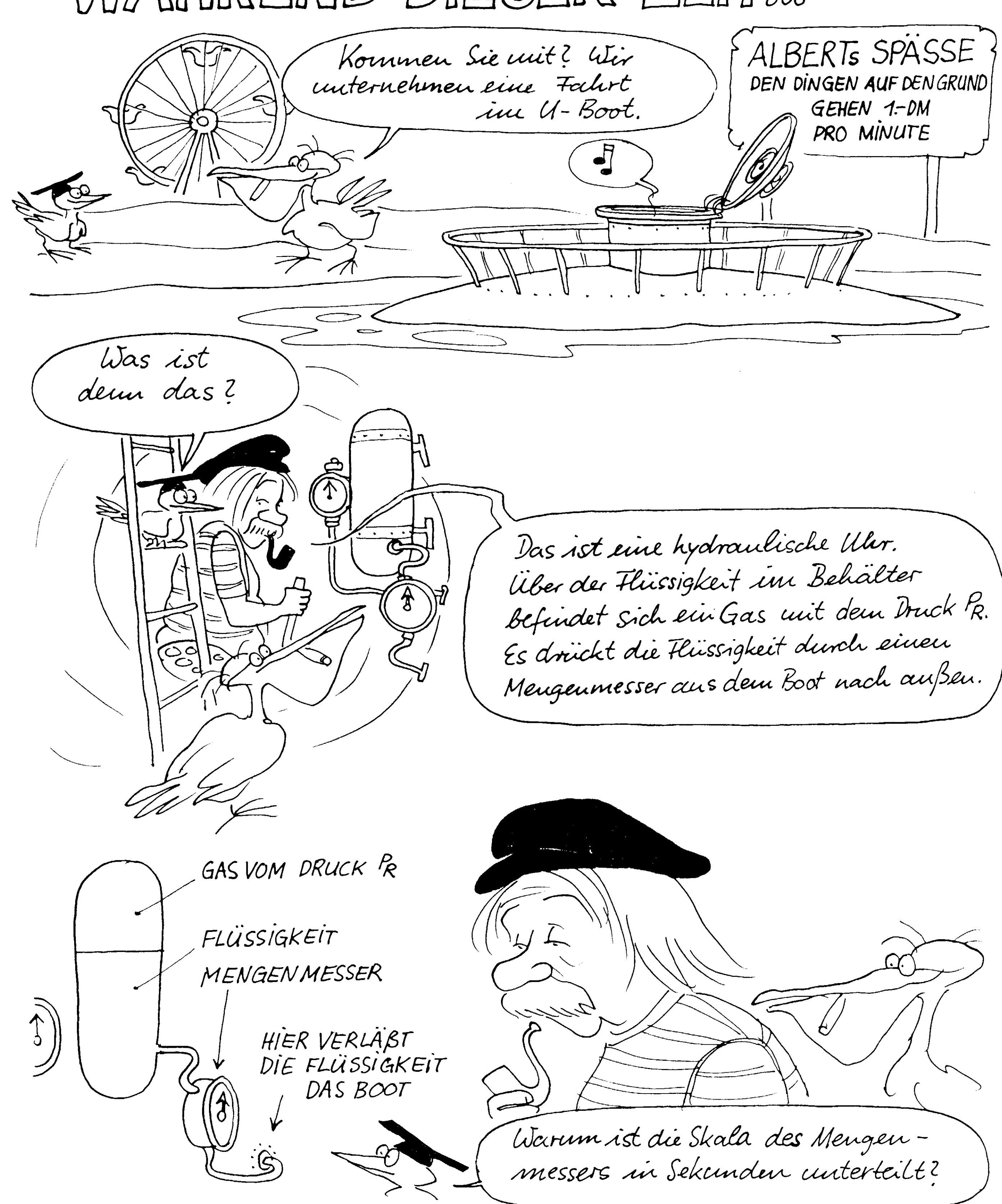

Komische Art,
Geige zu spielen.
ALBERTs REITSCHULE
DAS SCHNELLSTE
KARUSSELL DER WELT
1,- DM PRO MINUTE
Leg los!
Eine Minute!
Wird
gemacht.
Oh je!
Da muß man sich
festhalten.
Ich bin noch nie so schnell
Karussell gefahren.


Bitte absteigen!
Sagen Sie mal, hat bei Ihnen die Minute immer nur neunundfünfzig Sekunden?
Keineswegs! Ich habe genau eine Minute...
...und es ist eine Chronoperfecta. Die mißt die Zeit mit absoluter Genauigkeit.
Auch ich habe eine Chronoperfecta. Obendrein ist sie neu. Vielleicht kommt sie aus einer schlechten Serie?
Egal... noch steht sie unter Garantie.
Deine Uhr ist in Ordnung, Anselm. Eine Chronoperfecta geht weder vor noch nach.
Also kommt es vom Karussell.


Sagen Sie, Herr Albert, können Sie Ihr Karussell auch rückwärts laufen lassen?
Kein Problem. Es kostet immer eine Mark pro Minute.
STOP!
Pfff...
Hm...
HE!



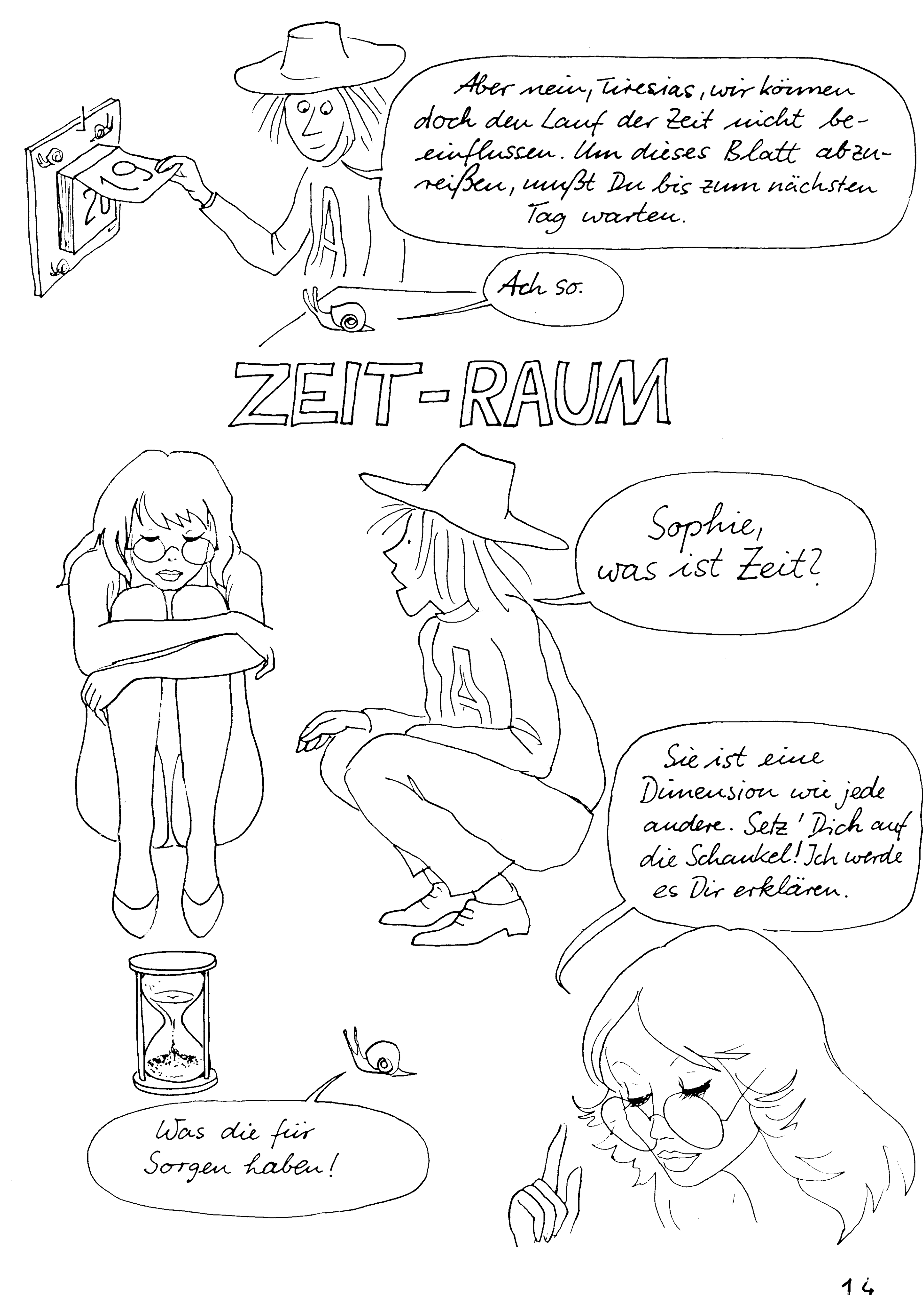
Sie haben mir schon wieder eine Sekunde geklaut!
Wieso? Nicht im geringsten!
Doch mein Herr!
Wieso?
Nein mein Herr!
Wenn man nichts von Physik versteht, soll man nicht Karussell fahren.
Es gibt Streit.
Was soll das? Zeit bleibt Zeit, oder?
Beruhige Dich, Anselm! Jede dieser Uhren zeigt die eigentliche Zeit.
Was für eine Zeit? Was ist denn Zeit eigentlich?
Finden Sie nicht, daß es dieser Knabe ausgezeichnet versteht, dämliche Fragen zu stellen?


WÄHREND DIESER ZEIT...
Kommen Sie mit? Wir unternehmen eine Fahrt im U-Boot.
ALBERTs SPÄSSE
DEN DINGEN AUF DEN GRUND GEHEN 1.-DM PRO MINUTE
Was ist denn das?
Das ist eine hydraulische Uhr. Über der Flüssigkeit im Behälter befindet sich ein Gas mit dem Druck P_R. Es drückt die Flüssigkeit durch einen Mengenmesser aus dem Boot nach außen.
GAS VOM DRUCK P_R
FLÜSSIGKEIT
MENGENMESSER
HIER VERLÄßT DIE FLÜSSIGKEIT DAS BOOT
Warum ist die Skala des Mengenmessers in Sekunden unterteilt?


Auf diese Weise zeigt sie, wie die Zeit vergeht. Das alte Prinzip der Wasseruhr.
Die Menge des ausfließenden Wassers ist proportional zum Unterschied zwischen dem Druck im Behälter und dem Druck, der außen herrscht.
Mein U-Boot ist mit Tauchrudern ausgerüstet. Sie lassen es umso tiefer sinken, je schneller es fährt.
Um die Geschwindigkeit zu messen, genügt Ihnen also ein Manometer, das den Außendruck anzeigt.
Ich hab's kapiert.
Sagen Sie, fährt Ihr U-Boot nicht verdammt schnell?
Gut, steigen wir wieder auf. Die Minute ist fast abgelaufen.
Oho, schaut her! Es ist unglaublich. Wir sind auf Seite 25.


Während sich Max und Leo mit ihrem unterseeischen Abenteuer beschäftigen, kümmern wir uns wieder um Anselm:
Es ist lustig, wenn man darüber nachdenkt. Egal, in welche Richtung man geht, immer kann man auf demselben Weg zurückkehren, indem man in die entgegengesetzte Richtung geht.
Ich kann schneller gehen als die Schnecke Tiresias und kann sie überholen.
Warum soll ich mich aufregen?
Ich kann auch sitzen bleiben und mich überholen lassen.
Aber wenn es um die Zeit geht, scheint alles anders zu sein.


IN DER GEGENWART
Offensichtlich darf man hier nicht parken.
Wenn's knallt, kann man nicht mehr zurückkehren.
A
Herr Tiresias, ich habe ein Einschreiben für Sie.
POST
Herr oder Frau?
Spielt keine Rolle.
19
Hm ... es ist ein Kalender.
Siehst Du, Anselm, jedesmal, wenn Du ein Blatt wegnimmst, vergeht ein Tag.


Aber nein, Tiresias, wir können doch den Lauf der Zeit nicht beeinflussen. Um dieses Blatt abzureißen, mußt Du bis zum nächsten Tag warten.
Ach so.
ZEIT-RAUM
Sophie, was ist Zeit?
Sie ist eine Dimension wie jede andere. Setz' Dich auf die Schaukel! Ich werde es Dir erklären.
Was die für Sorgen haben!

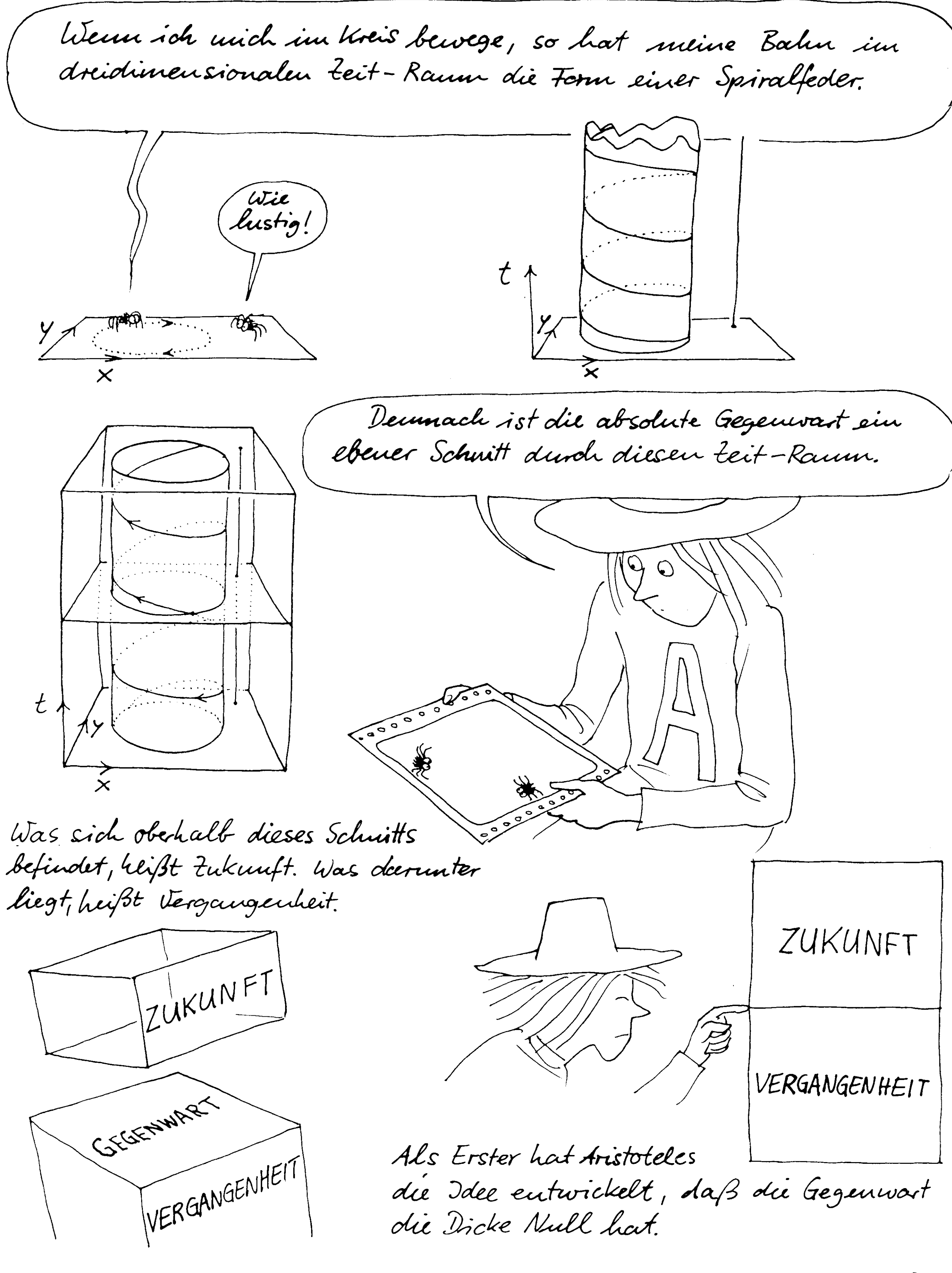

Warum zum Beispiel geht die Zeit immer nur in die Zukunft und nie in die Vergangenheit?
Paß auf! Ich filme Dich.
Na und?
Gib mir bitte mal die Schere!

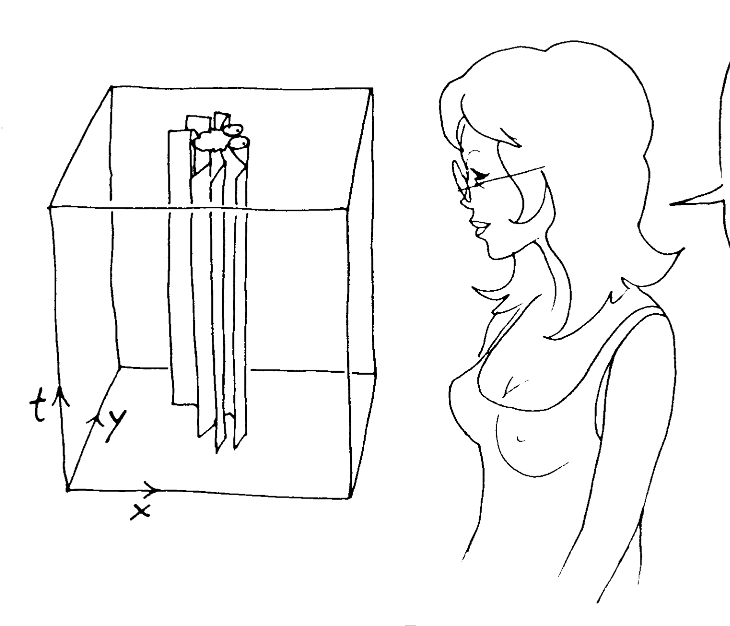

Sie hat wirklich entzückende Augen.
Jedes Bild dieses Films hält einen Augenblick Gegenwart fest. In jeder Sekunde sind vierundzwanzig Bilder entstanden. Sie zeigen eine diskontinuierliche Folge von Ereignissen.
Jetzt zeige ich Dir einen Trick. Wenn Du diese Bilder aufeinanderlegst, ...
... so erhältst Du einen Zeit-Raum.
t
y
x
Einen Zeit-Raum?
Wäre die Zahl der Bilder unendlich groß, so ergäben sie einen kontinuierlichen Zeit-Raum mit drei Dimensionen, ...
... zwei des Raumes und eine der Zeit.
t
y
0
x

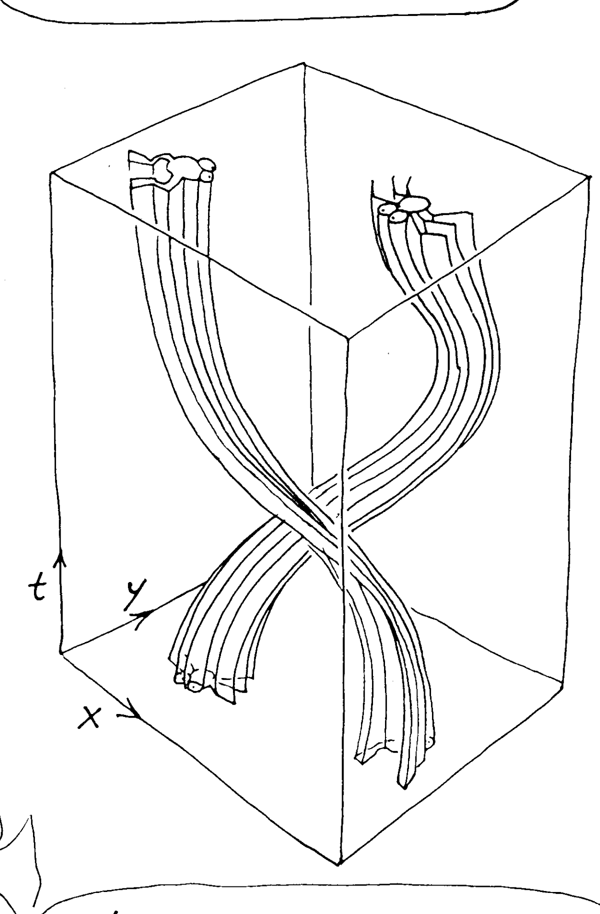


Damit unsere Überlegungen einfacher werden, wollen wir bei Zeit-Räumen von drei Dimensionen (zwei des Raumes und einer der Zeit) bleiben.

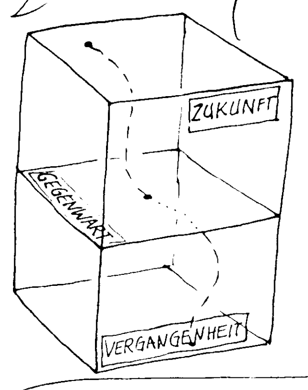
Die Bewegung der beiden Spinnen zum gleichen Punkt im dreidimensionalen Zeit-Raum geben die gestrichelten Linien im rechten Bild wieder.


Wenn ich mich im Kreis bewege, so hat meine Bahn im dreidimensionalen Zeit-Raum die Form einer Spiralfeder.
Wie lustig!
y
x
t
y
x
Demnach ist die absolute Gegenwart ein ebener Schnitt durch diesen Zeit-Raum.
t
y
x
A
Was sich oberhalb dieses Schnitts befindet, heißt Zukunft. Was darunter liegt, heißt Vergangenheit.
ZUKUNFT
GEGENWART
VERGANGENHEIT
ZUKUNFT
VERGANGENHEIT
Als Erster hat Aristoteles die Idee entwickelt, daß die Gegenwart die Dicke Null hat.





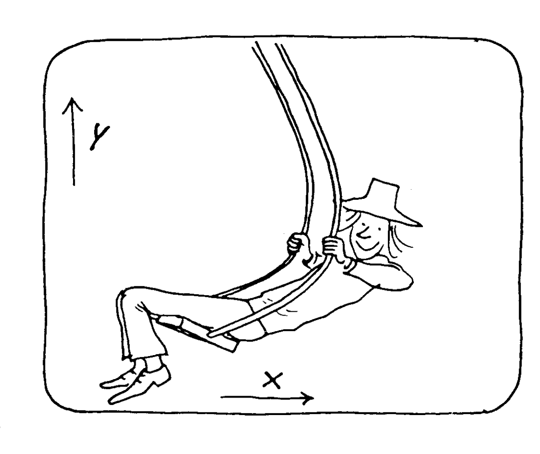
Kurzes Treffen im Zeit-Raum.



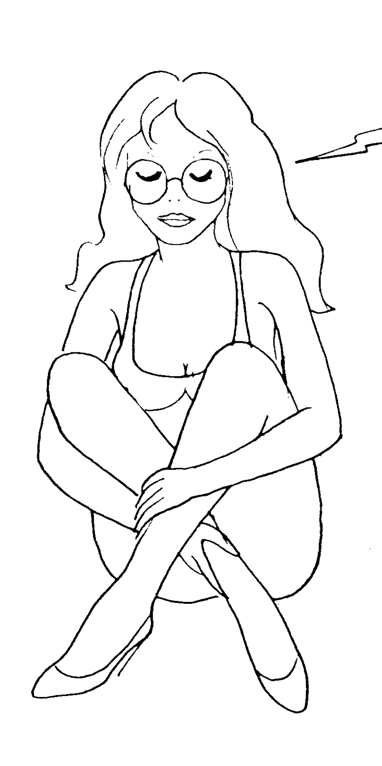


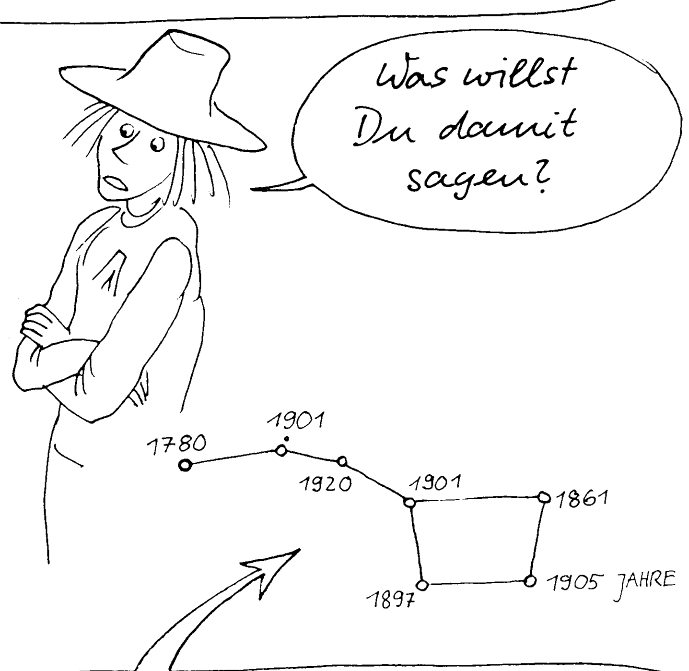

t
y
x
Wir sind unerbittlich im Fahrstuhl der Zeit gefangen. Weder hält er an, noch fährt er wieder nach unten.
MO DI MI DO FR SA SO
Ein Fahrstuhl ohne Tür...
...und ohne Knöpfe. Wie beängstigend!
Zum Glück gibt es Sophie.
Sophie, schau her! Ich habe den Zeit-Raum schräg durchschnitten.
Ich komme.





DER LICHTKEGEL

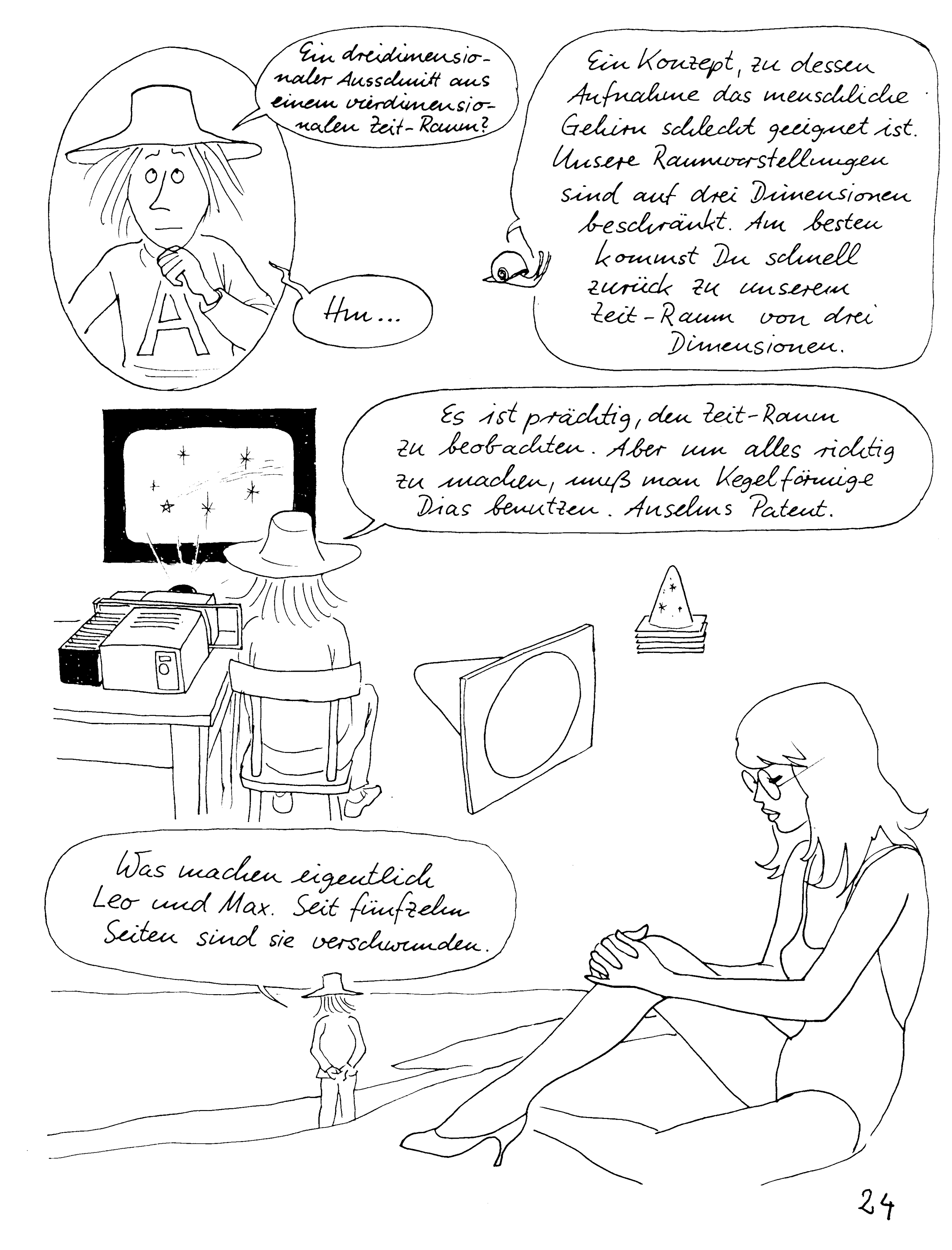


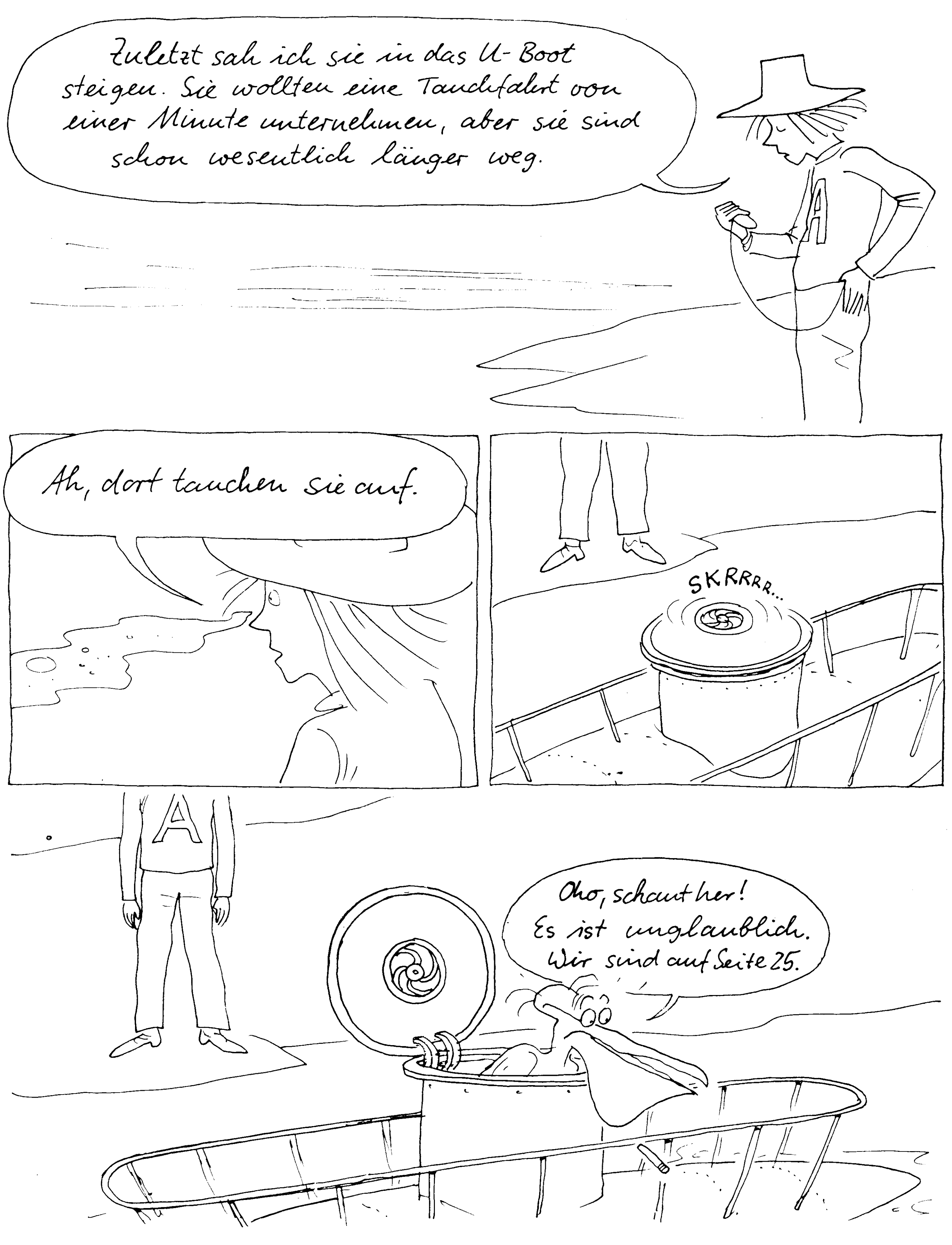


Das Licht braucht Zeit, um von den Gegenständen zu uns zu gelangen. Hier ist angegeben, wie alt das Licht ist, das von den Sternen des Großen Bären kommt, wenn es uns erreicht.


Das heißt, die Sterne, die ich sehe, könnten sich längst verflüchtigt haben, und ich würde es nicht bemerken?
LETZTE NACHRICHTEN
DIE ENTROPIE HAT SCHON WIEDER ZUGENOMMEN
COSMO KURIER
EXPLOSION EINER SUPERNOVA IN DER ANDROMEDA GALAXIE
WAS WAR LOS?
Man ist überhaupt nicht informiert.
Mit einem Teleskop empfangen wir das Bild der Andromeda-Galaxie so, wie sie vor zwei Millionen Jahren war.
Wir sehen die Sonne so, wie sie vor acht Minuten war.
Und meine Füße sind älter als meine Nase?
Offenbar ist nichts schwieriger wahrzunehmen als die Gegenwart. Vielleicht ist ein Gegenstand auf meiner Netzhaut gegenwärtig?
Nein, Anselm, man kann immer nur in die Vergangenheit blicken. Was man auf diese Weise als Gegenwart empfindet, nennt man RELATIVE GEGENWART.


Hier ist eine Spinne ins Wasser gefallen. Ihre Bewegungen erzeugen konzentrische Wellen, die sich auf dem Wasser mit konstanter Geschwindigkeit ausbreiten.
Y
X
Im dreidimensionalen Zeit-Raum bekommt jede Welle die Form eines Kegels.
t
Y
X
Gleiches gilt für das Licht, das sich mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/s ausbreitet.
Umgekehrt kommen die Lichtsignale, die ein BEOBACHTER empfängt, von Punkten des Zeit-Raums, die sich auf einem LICHTKEGEL befinden.
t
Y
X
Dieser Kegel bildet die relative Gegenwart des Beobachters.
Also... ist der Himmel ein Kegel?
Ja, Anselm, er ist ein dreidimensionaler, kegelförmiger Ausschnitt aus unserem vierdimensionalen Zeit-Raum.

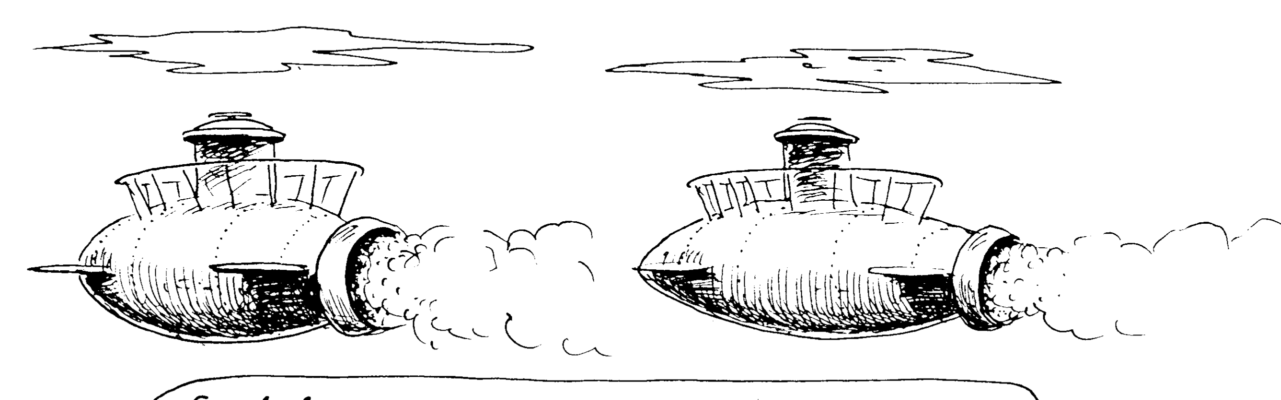

Ein dreidimensionaler Ausschnitt aus einem vierdimensionalen Zeit-Raum?
Hm...
Ein Konzept, zu dessen Aufnahme das menschliche Gehirn schlecht geeignet ist. Unsere Raumvorstellungen sind auf drei Dimensionen beschränkt. Am besten kommst Du schnell zurück zu unserem Zeit-Raum von drei Dimensionen.
Es ist prächtig, den Zeit-Raum zu beobachten. Aber um alles richtig zu machen, muß man Kegelförmige Dias benutzen. Anselms Patent.
Was machen eigentlich Leo und Max. Seit fünfzehn Seiten sind sie verschwunden.


Zuletzt sah ich sie in das U-Boot steigen. Sie wollten eine Tauchfahrt von einer Minute unternehmen, aber sie sind schon wesentlich länger weg.
Ah, dort tauchen sie auf.
SKRRRR...
Oho, schaut her! Es ist unglaublich. Wir sind auf Seite 25.


So bitte, genau eine Minute.
WAS!?!
Genau wie beim Karussell.
Anselm, die Zeit ist keine absolute Sache.
Schon wieder was neues!
Die Kleine hat recht, Anselm. Je schneller man sich bewegt, umso weniger altert man.
Man sagt: Fortgeh'n ist ein bißchen sterben. Ist das Gegenteil richtig?


Schaut mal auf Alberts Wasseruhr! Gibt sie die Zeit an, die im U-Boot wirklich verging?
Natürlich! Wie ich Euch gesagt habe, besitzt diese Uhr ein Vorratsgefäß mit konstantem Druck P_R und außerhalb des U-Bootes ein Rohr, an dessen Mündung der Druck P_E herrscht. Die Menge des ausströmenden Wassers ist proportional zur Druckdifferenz $P_R - P_E$.
P_R
Je schneller sich das U-Boot bewegt und je tiefer es taucht, umso größer wird der Druck P_E und umso weniger Wasser fließt aus der Uhr. Je schneller man sich also bewegt, umso langsamer vergeht die Zeit.

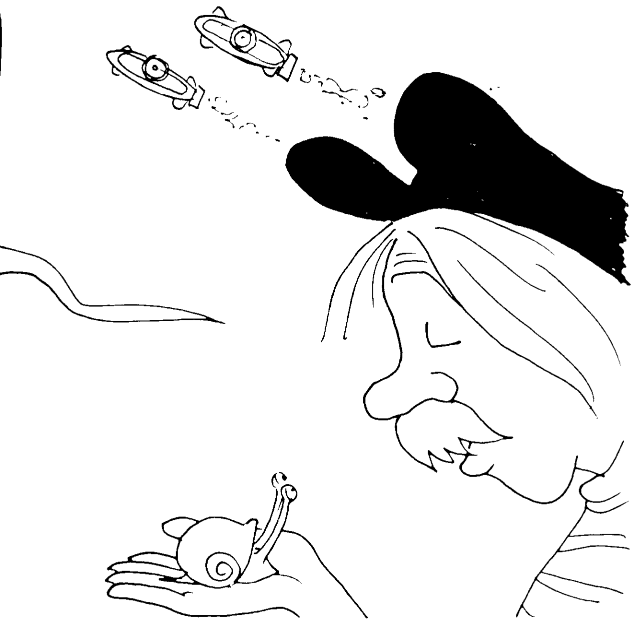

Warte! Was soll das? Woher weiß man, wie schnell die Zeit vergeht, wenn man unbeweglich ist?
Unbeweglich in Bezug auf was?
Man erfährt das von einer gleichartigen Uhr in einem Boot, das auf dem Wasser verankert ist.
Das muß ich zu verstehen suchen.
Was heißt unbeweglich sein?
Sophie, Du nimmst das Boot Nummer 2. Ich nehme Nummer 1. Boot Nummer 3 bleibt am Landungssteg, und wir werden beide mit der gleichen Geschwindigkeit V fahren.
Sie werden sich also bewegen.
1
2
3



Sie fahren mit gleicher Geschwindigkeit in die gleiche Richtung und in gleicher Tiefe.



Experimente macht man, wenn man sich einer Sache nicht sicher ist.
Herr Albert, würden Sie mir bitte sagen, was Bewegung ist?
BLUB BLUB BLUB



Das ist eine gute Frage, Tiresias. Ob ein Gegenstand oder eine Gruppe von Gegenständen, Du, ich oder der Anlegeplatz stillstehen oder sich bewegen, ist eine Frage des Bezugspunktes. Jede Bewegung ist RELATIV. So sind jetzt zum Beispiel Sophie und Anselm RELATIV ZU UNS IN BEWEGUNG, aber Sophie bewegt sich RELATIV ZU ANSELM NICHT (und umgekehrt).


Jetzt sind wir zum Ausgangspunkt zurückgekehrt. Aus unseren Uhren sind gleiche Wassermengen geflossen. Sie zeigen die gleiche Zeit t' an.
Zwei Systeme, die sich im Verhältnis zueinander nicht bewegen, sind synchron.
Die Kontrolluhr vom Boot Nummer 3, das am Landungssteg geblieben ist, zeigt eine längere Zeit an, nämlich t.
Hm...
Herr Albert, irgendetwas stimmt hier nicht.
Was, mein Sohn?
Vom Ufer aus konnten Sie die Strecke D, die wir zurücklegten, und die Zeit t, die wir dafür brauchten, mit der Uhr im Boot Nummer 3 messen. Daraus ergibt sich als unsere Geschwindigkeit V = D/t.
Diese Messungen hat ein ruhender Beobachter vorgenommen.



(*) Das Log ist ein Instrument, an dem sich ablesen läßt, welche Entfernung ein Schiff zurückgelegt hat.

DIE KONTRAKTION DER LÄNGEN



$\frac{D}{t} = \frac{D'}{t'}$ das ergibt die gleiche Geschwindigkeit V.

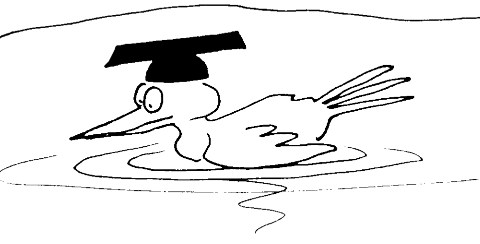
Aber das bedeutet doch, daß sich der Raum zusammengezogen hat wie ein Akkordeon, oder?

Beängstigend!

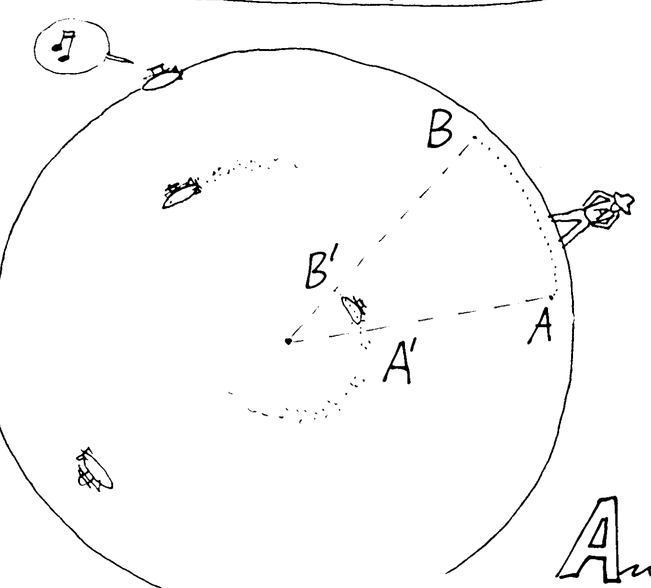
Zeit und Länge sind nur Erscheinungen. Eine absolute Zeit gibt es ebenso wenig wie einen absoluten Raum.

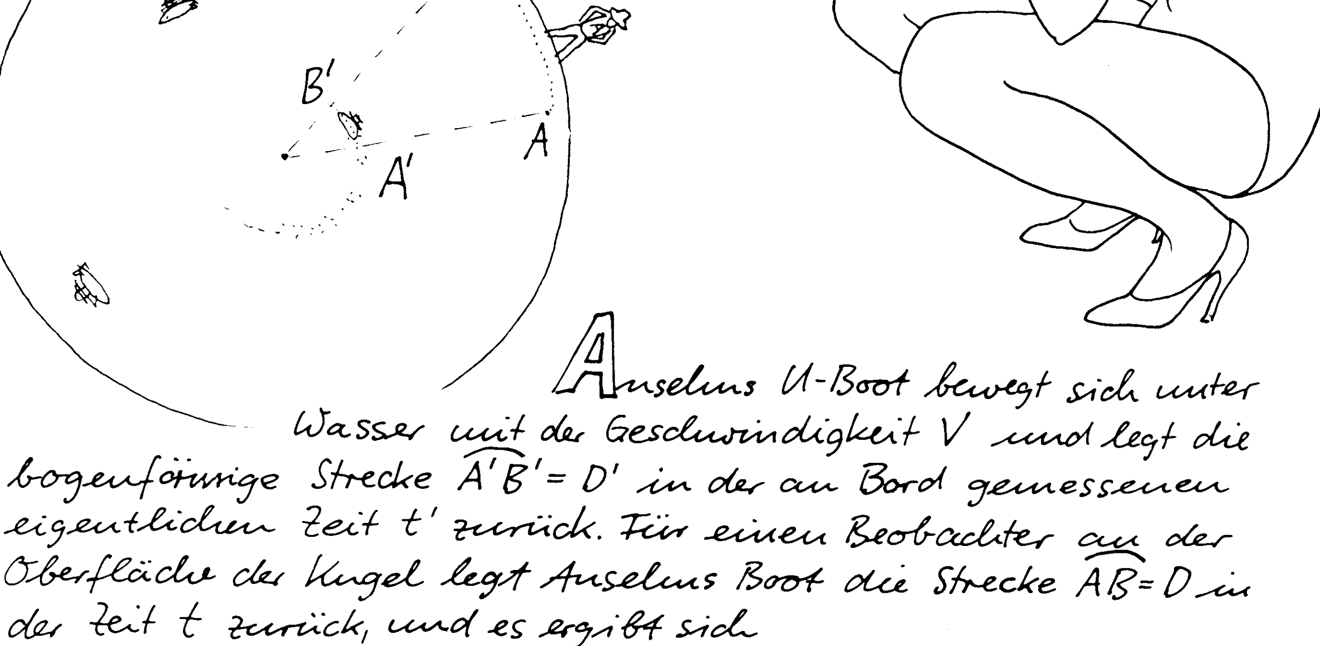


Der Cosmos-Park, in dem wir uns befinden, und sein Ozean, der Chronos, sind Modelle, die die seltsame Struktur unseres Zeit-Raums deutlich werden lassen.



Um eine Vorstellung von der Kontraktion der Längen zu gewinnen (die man übrigens auch Lorentz-Kontraktion nennt), wollen wir uns den Cosmos-Park als eine Wasserkugel denken.

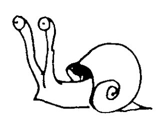




Anselms U-Boot bewegt sich unter Wasser mit der Geschwindigkeit V und legt die bogenförmige Strecke $\widehat{A'B'} = D'$ in der an Bord gemessenen eigentlichen Zeit t' zurück. Für einen Beobachter <u>an</u> der Oberfläche der Kugel legt Anselms Boot die Strecke $\widehat{AB} = D$ in der Zeit t zurück, und es ergibt sich

$$\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = V$$

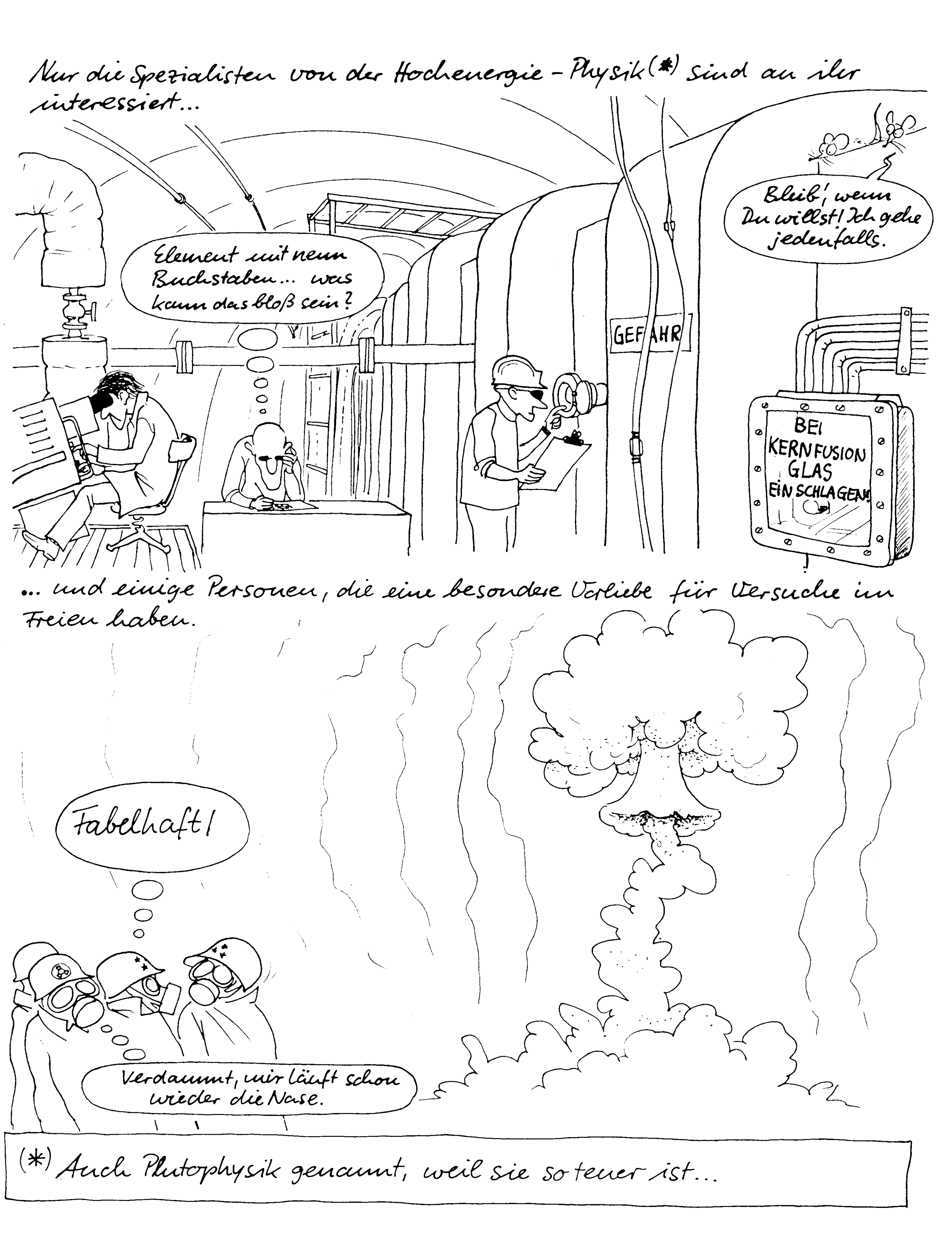
Komisch! Die Bewegung durchläuft den gleichen Winkel, und es ist die Wahrnehmung, die ihn in unterschiedliche Entfernungen verwandelt.

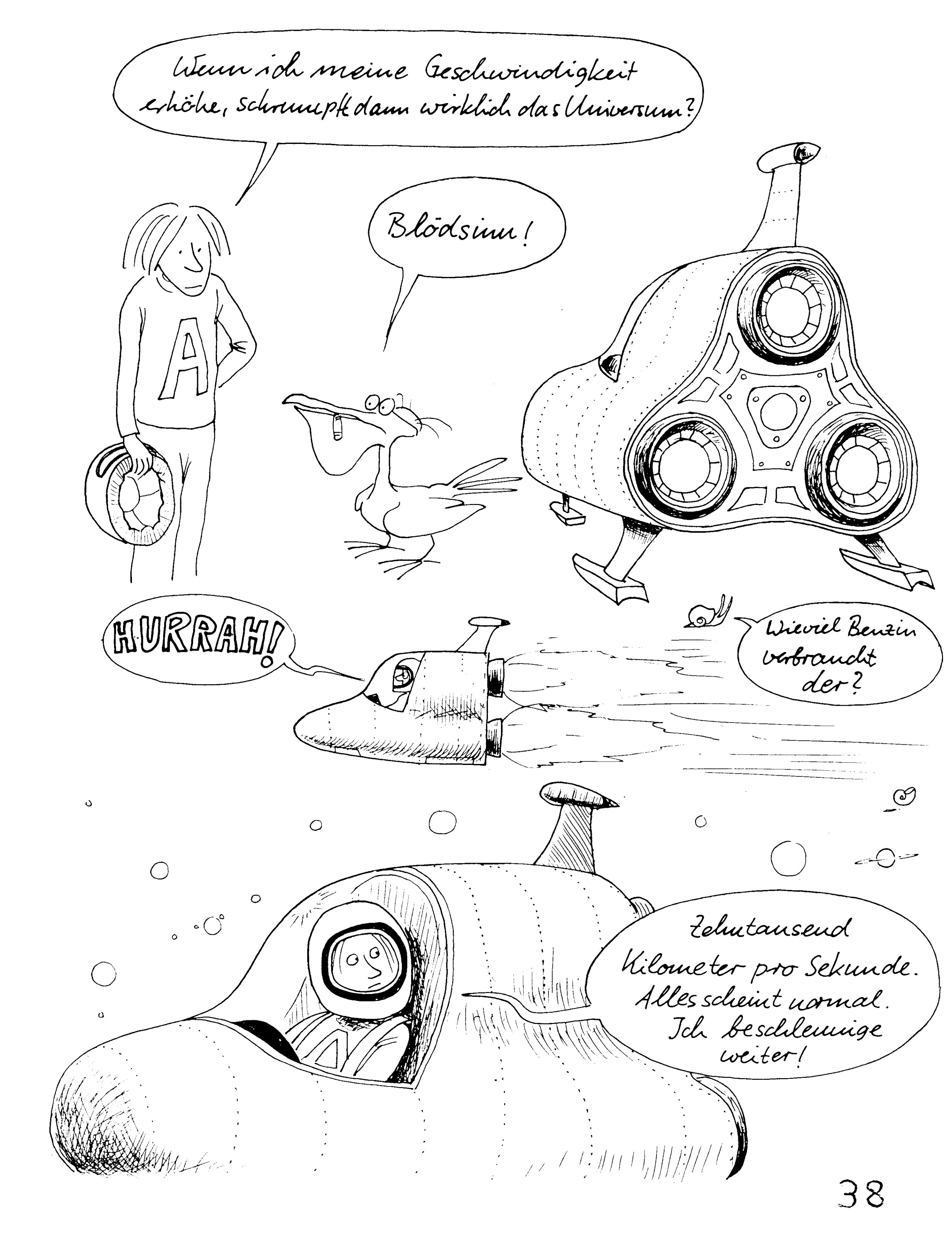


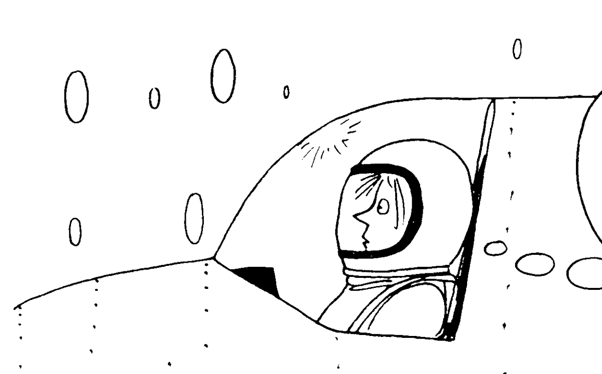

Warum hat man sich bloß so etwas kompliziertes ausgedacht? Zeiten, die ins Schlendern geraten, und Entfernungen, die schrumpfen!
Der Grund ist die Lichtgeschwindigkeit, mein Sohn. Du wirst das noch verstehen.
Ich nehme an, daß dann alles einleuchtet?
Das ist alles gut und schön, die Geschichte mit dem U-Boot in der Wasserkugel und der Verkürzung der Längen. Aber wie soll man sich das physikalisch erklären?
Steig wieder auf das Karussell, mein Freund!
? ...
Ich bin bereit.
Du wirst sehen, was Du wissen möchtest.


Sophie!
Entsetzlich!
NA?
Mein Lieber, komm wieder zu Dir! Es ist schon vorbei.
Die Physik ist ja furchtbar!
Ein Glück für uns, daß diese Phänomene nur auftreten, wenn unsere Geschwindigkeit in die Nähe der Lichtgeschwindigkeit kommt.
Läge die Lichtgeschwindigkeit bei einigen Metern pro Sekunde, so wäre unser Leben absolut unmöglich.


Wenn ein Kosmonaut 6 Monate, das heißt mehr als 15 Millionen Sekunden, um die Erde kreist, ...
9km/s
... so ist er um 1,4 Hundertstel Sekunden weniger gealtert.
110
220
Was für ein Abenteuer!
Wenn er zurückkommt, steht ihm das ins Gesicht geschrieben.
Hm...
Die Welt der Relativität ist von unserem Alltagsleben weit entfernt.


Nur die Spezialisten von der Hochenergie-Physik(*) sind an ihr interessiert...
Element mit neun Buchstaben... was kann das bloß sein?
GEFAHR
Bleib, wenn Du willst! Ich gehe jedenfalls.
BEI KERNFUSION GLAS EINSCHLAGEN!
... und einige Personen, die eine besondere Vorliebe für Versuche im Freien haben.
Fabelhaft!
Verdammt, mir läuft schon wieder die Nase.
(*) Auch Plutophysik genannt, weil sie so teuer ist...

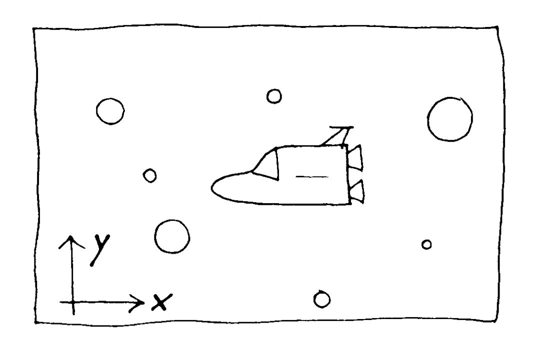

Wenn ich meine Geschwindigkeit erhöhe, schrumpft dann wirklich das Universum?
Blödsinn!
HURRAH!
Wieviel Benzin verbraucht der?
Zehntausend Kilometer pro Sekunde. Alles scheint normal. Ich beschleunige weiter!

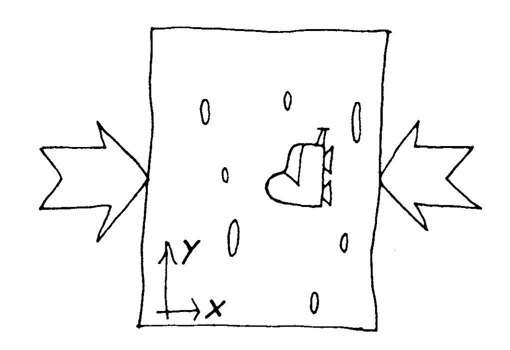


260 000 km/s. Donnerwetter, die Sterne sehen aus wie Ellipsen mit einem Achsen-Verhältnis von zwei zu eins.

AMTLICHE MITTEILUNG:

Anselm konnte die Lorentz-Kontraktion gar nicht beobachten, denn es schrumpft alles: das Universum, Anselm und sein Raumschiff.





Aus dem gleichen Grund nehmen die Fahrgäste des U-Bootes im Ozean des Cosmos-Parks das Schrumpfen ihres Bootes nicht wahr.



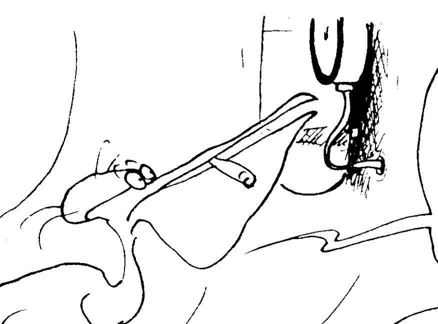
Also, wenn ich, Tiresias, mich beschleunige, drücke ich das ganze Universum in der Richtung, in der ich mich bewege, wie ein Akkordeon zusammen.

Welche Macht!


Das ist absurd! Eine Schnecke kann doch das Universum nicht schrumpfen lassen?
Ich schon!
Es dreht sich nicht darum, das Universum zusammenzudrücken oder den Lauf der Zeit zu bremsen. Entfernungen und Zeiten sind nur Erscheinungen. Alles ist Einbildung. Nichts ist absolut. Das ist die Welt der RELATIVITÄT.
Aber wie sieht das Universum denn nun wirklich aus?
Alles hängt von der Geschwindigkeit des Beobachters ab.
Geschwindigkeit in Bezug auf was?
Zwei Personen, die sich in gleicher Richtung mit der gleichen Geschwindigkeit V bewegen, sehen und erleben das Universum in gleicher Weise.
Aber wir sind im Cosmos-Park, und hier kannst Du erleben, daß das Weltall unter bestimmten Umständen ein eigenartiges Aussehen gewinnt.

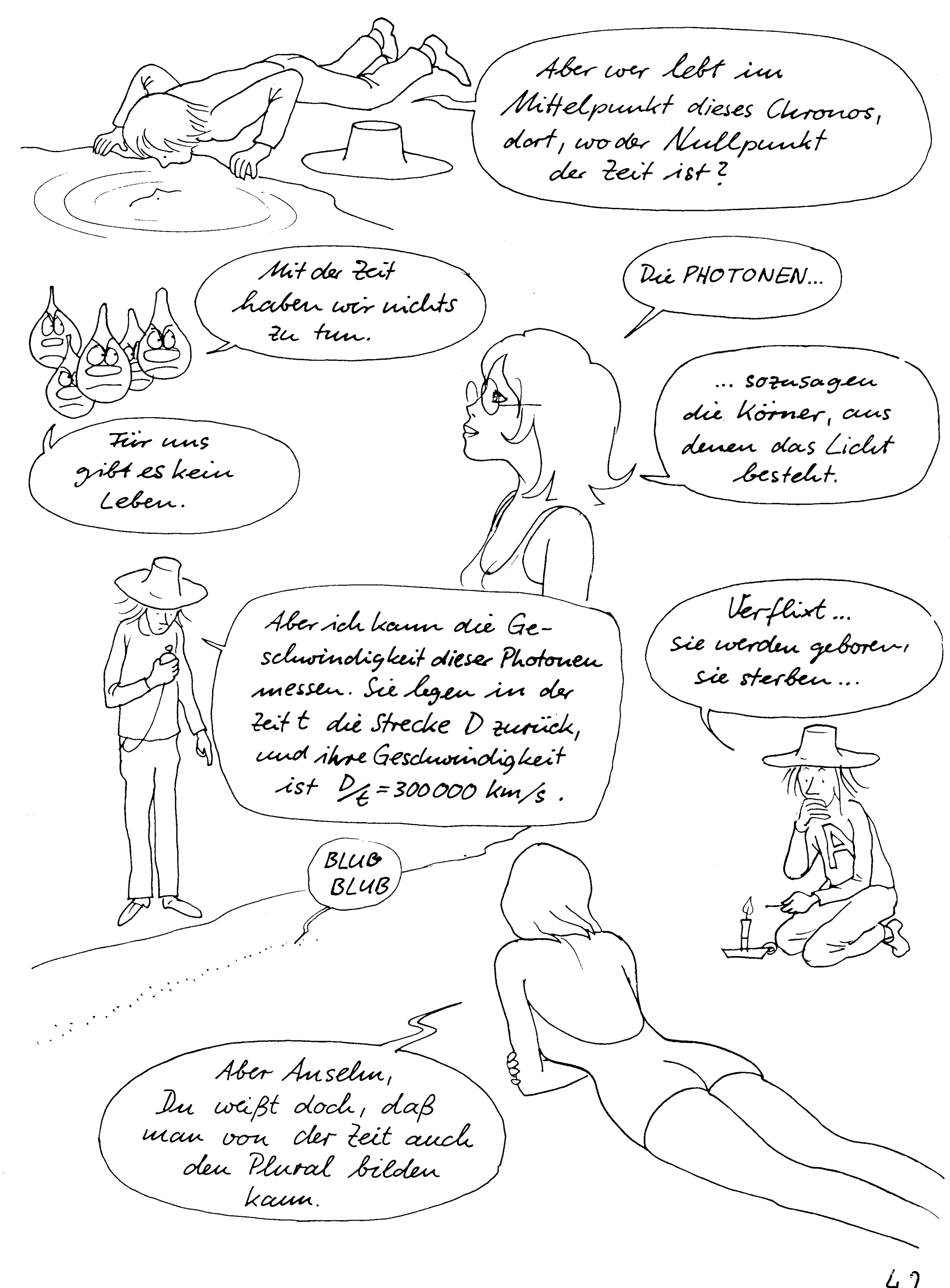
WENN DIE ZEIT STILLSTEHT

ODER: DIE SEELENZUSTÄNDE DES PHOTONS








Aber wer lebt im Mittelpunkt dieses Chronos, dort, wo der Nullpunkt der Zeit ist?
Mit der Zeit haben wir nichts zu tun.
Für uns gibt es kein Leben.
Die PHOTONEN...
... sozusagen die Körner, aus denen das Licht besteht.
Aber ich kann die Geschwindigkeit dieser Photonen messen. Sie legen in der Zeit t die Strecke D zurück, und ihre Geschwindigkeit ist D/t = 300000 km/s.
Verflixt... sie werden geboren, sie sterben...
BLUB BLUB
Aber Anselm, Du weißt doch, daß man von der Zeit auch den Plural bilden kann.

Das ist Deine Art, die Zeit zu erleben. Für ein Photon ist das ganz anders. In seinem System sind Geburt und Tod die beiden Seiten einer Medaille.

Willst Du sagen, daß die Zeit für das Photon keine Richtung hat?

Die eigentliche Zeit des Photons faßt sich in einer unendlich dünnen Gegenwart zusammen, die zwischen dem Augenblick seiner Geburt und dem seines Todes liegt. Wenn Du den dreidimensionalen Zeit-Raum in Richtung der Zeit zusammendrückst, verbleibt eine Fläche, die eine Vorderseite und eine Rückseite hat. Nach dem Unterschied zwischen Vorder- und Rückseite richtet sich die Zeit des Photons.

Elend!

TOD

t

y

x

GEBURT

TOD

GEBURT

Siehst Du, Anselm, alles ist relativ. Wenn man bestimmte Geschöpfe laufen sieht, könnte man glauben, sie leben. In Wirklichkeit leben sie nicht.

Ich wüßte nur gern, ob mir endlich jemand sagt, warum die Zeit nur aus der Vergangenheit in die Zukunft geht und nicht umgekehrt.

BLUB
BLUB

Ist das so wichtig? Im Zug der Zeit sitzt man immer in Fahrtrichtung.



Das heißt also, daß es niemand bemerken würde, wenn sich die Richtung der Zeit plötzlich umkehrte?



Ich möchte nur für einen Augenblick ein Photon sein, um zu erfahren, wie es das Universum sieht.

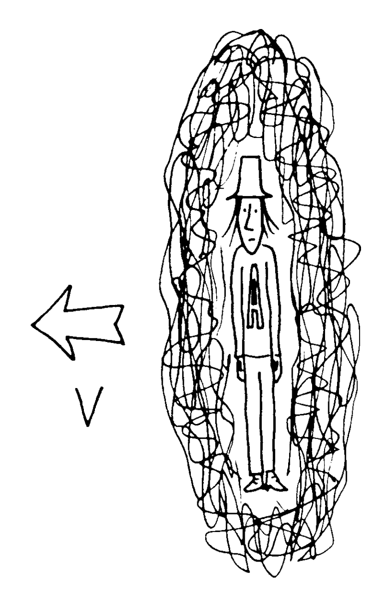
Es ist uns unmöglich, einen vierdimensionalen Zeit-Raum zu zeichnen. Aber man kann in einem dreidimensionalen Raum die Bahnen aller Dinge im Universum darstellen, so wie sie ein unbewegter Beobachter während seines Lebens sieht.

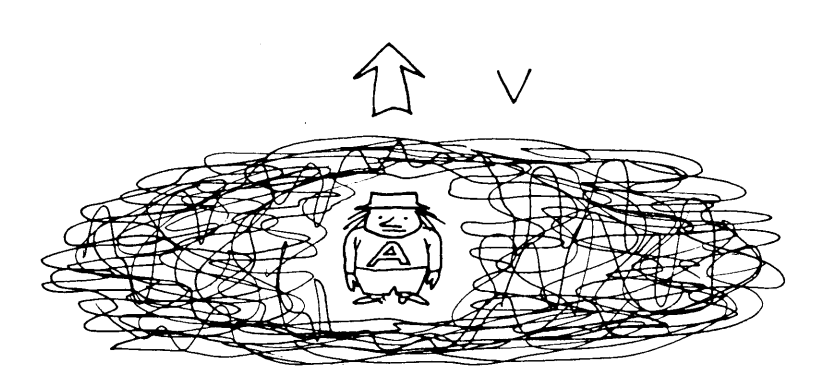
Man bekommt so etwas wie eine sehr lange belichtete, dreidimensionale Photographie.

Sieht aus wie ein Sack voll Spaghetti.

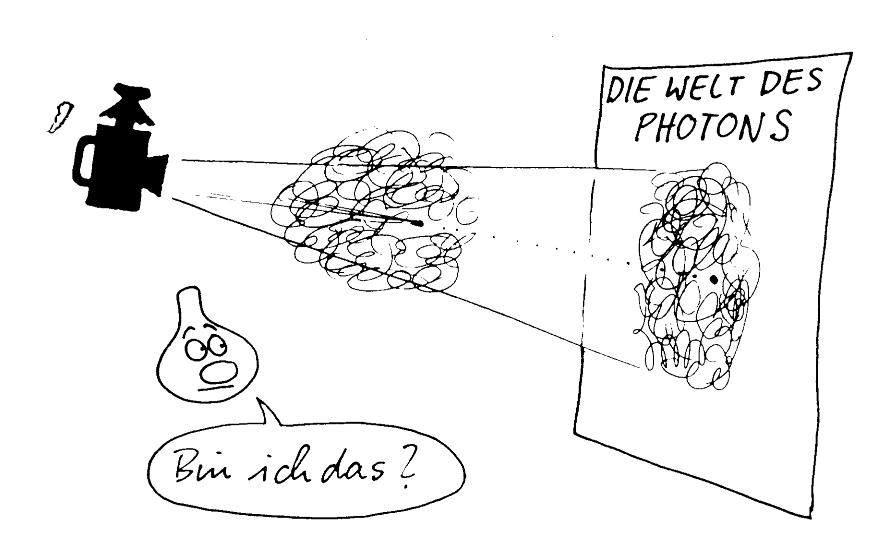
Mich erinnert das an einen Bausch Stahlwolle.

Hinsichtlich der Längen ist dieses Universum elastisch. Wenn ein anderer Beobachter mit der Geschwindigkeit V an diesem Universum vorbeifliegt, so sieht es für ihn aus, als wäre es in der Richtung seines Fluges zusammengedrückt.

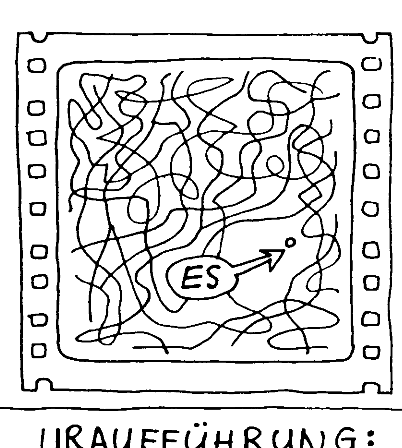




Das Photon treibt diesen Kontraktionseffekt aufs Äußerste. Wir haben gesehen, daß seine eigentliche Zeit ganz flachgedrückt ist. Ebenso empfände ein Photon das Universum in der Richtung, in der es sich bewegt, als vollkommen flach. Die Welt des Photons ist zweidimensional, und es ist selbst in dieser seltsamen Welt ein kleines, flaches Stück Konfetti.

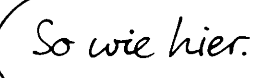


Dieses Bild erhält man, wenn man den „Sack voll Spaghetti", der den unbewegten Beobachter umgibt, mit einer Lampe durchstrahlt, denn das Photon bewegt sich in der Richtung des Lichtstrahls.

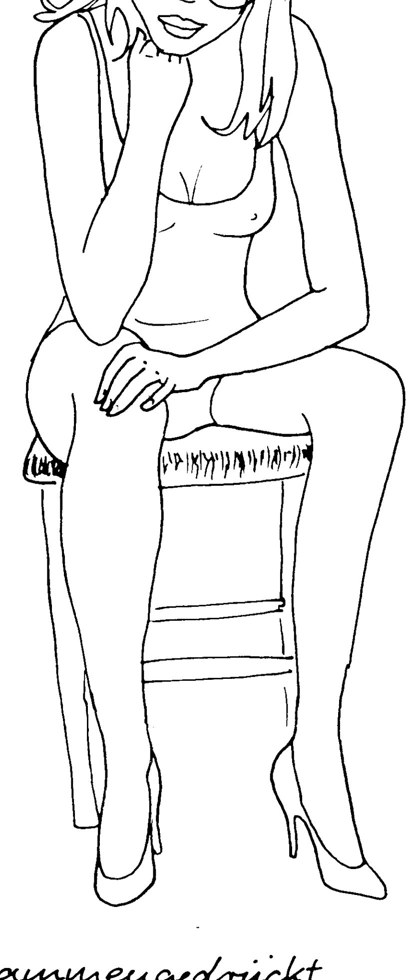


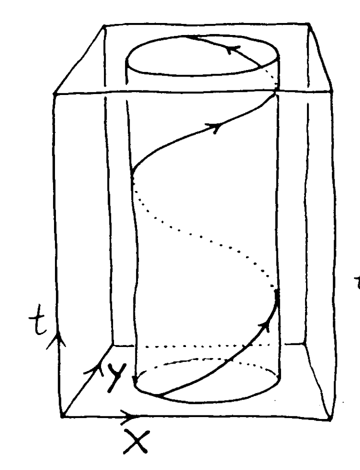
Um die Welt so wie ein Photon zu sehen, müßte man mit einer Filmkamera in Richtung seiner Bewegung fahren und alle Bilder des Films übereinanderlegen.

URAUFFÜHRUNG:
DIE WELT DES PHOTONS

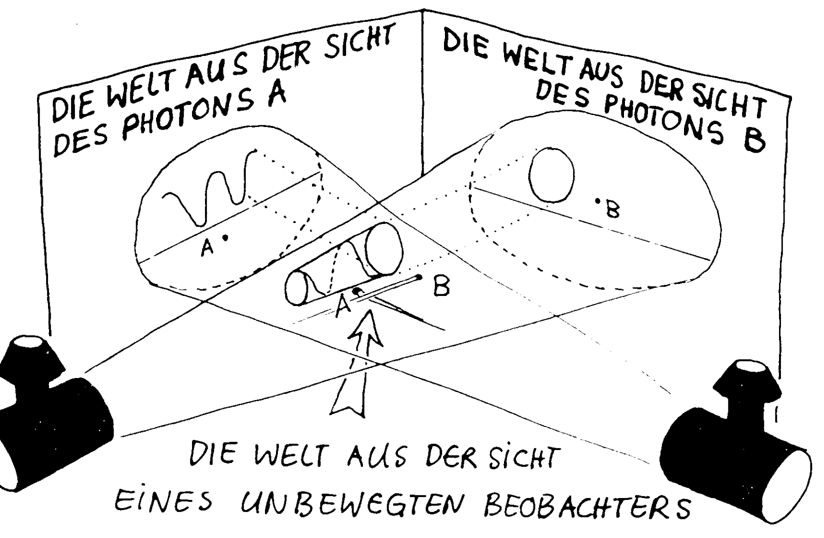






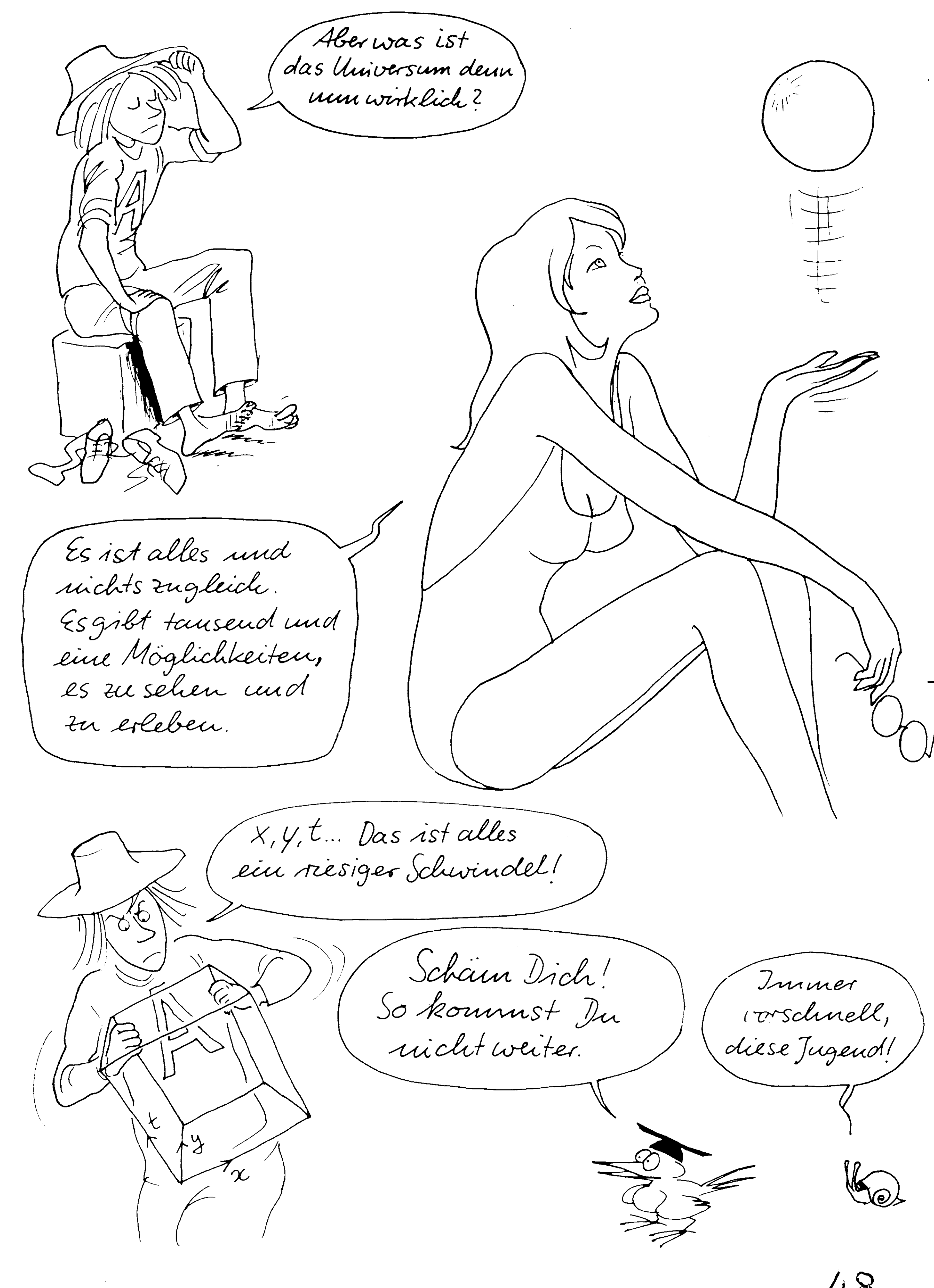


In Richtung der Zeitachse zusammengedrückt, würde die Bahn der Spinne wieder zu einem Kreis!



Zwei Photonen mit unterschiedlichen Bewegungsrichtungen haben verschiedene Vorstellungen von der Welt.

Fürchterlich!


Aber was ist das Universum denn nun wirklich?
Es ist alles und nichts zugleich. Es gibt tausend und eine Möglichkeiten, es zu sehen und zu erleben.
x, y, t... Das ist alles ein riesiger Schwindel!
t
y
x
Schäm Dich! So kommst Du nicht weiter.
Immer vorschnell, diese Jugend!


UNVERÄNDERLICHE LICHTGESCHWINDIGKEIT, VERÄNDERLICHE MASSE
Sophie, ich werde in den Chronos tauchen. Ich will auf den Grund der Dinge kommen.
Sei vorsichtig mein Lieber!
Ab-scheulich!
IN DER GLEICHEN REIHE: ALLGEMEINE RELATIVITÄT
EINSTEIN SPEZIELLE RELATIVITÄT
Herr Albert, ich würde gern eine Tauchfahrt im Chronos machen
Wie Du willst, mein Sohn.
Fest entschlossen, den Photonen in die Augen zu blicken, hat sich Anselm auf der Brücke des U-Bootes fest-gebunden.


Die Photonen! Ich sehe sie.
Wie tief der Chronos ist!
Mein Tiefenmesser zeigt die Geschwindigkeit V1.
Dieses Photon legt die Strecke D1 in der Zeit t1 zurück.
Ich dividiere D1 durch t1 und erhalte 300 000 km/s.
Beschleunigen Sie, Herr Albert, beschleunigen Sie!

50

Jetzt bin ich bei der Geschwindigkeit V_2. Sie ist größer als V_1, und ich werde die nächste Messung machen.

Dieses Photon durchläuft D_2 in der Zeit t_2.

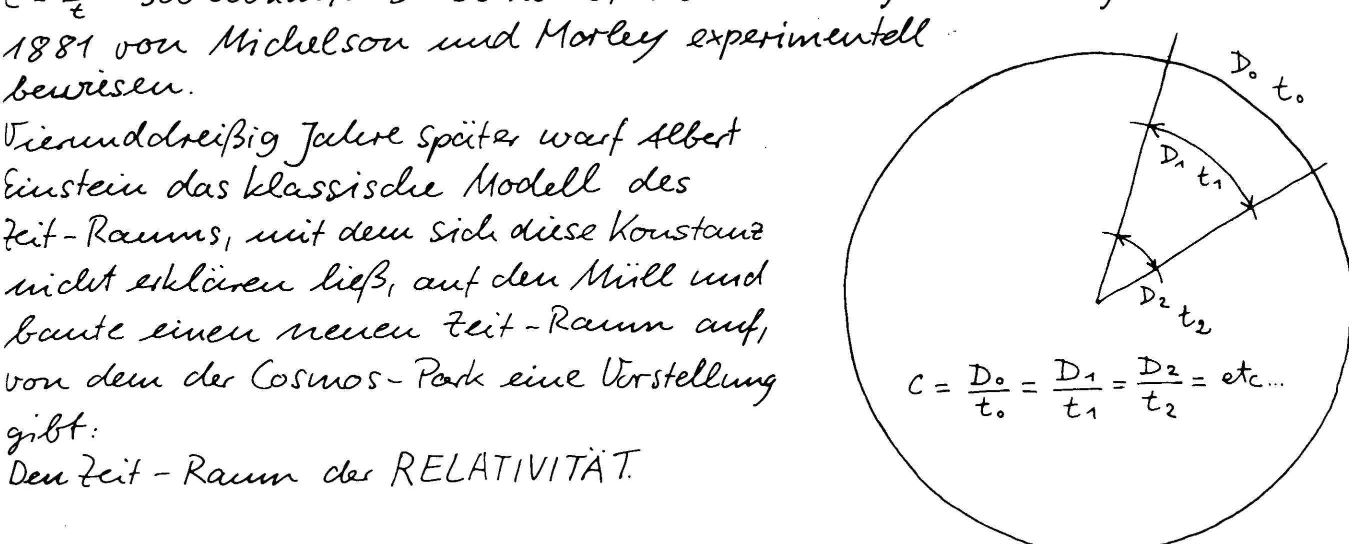
Seine Geschwindigkeit ist $D_2/t_2 = 300\,000$ km/s. Seltsam.

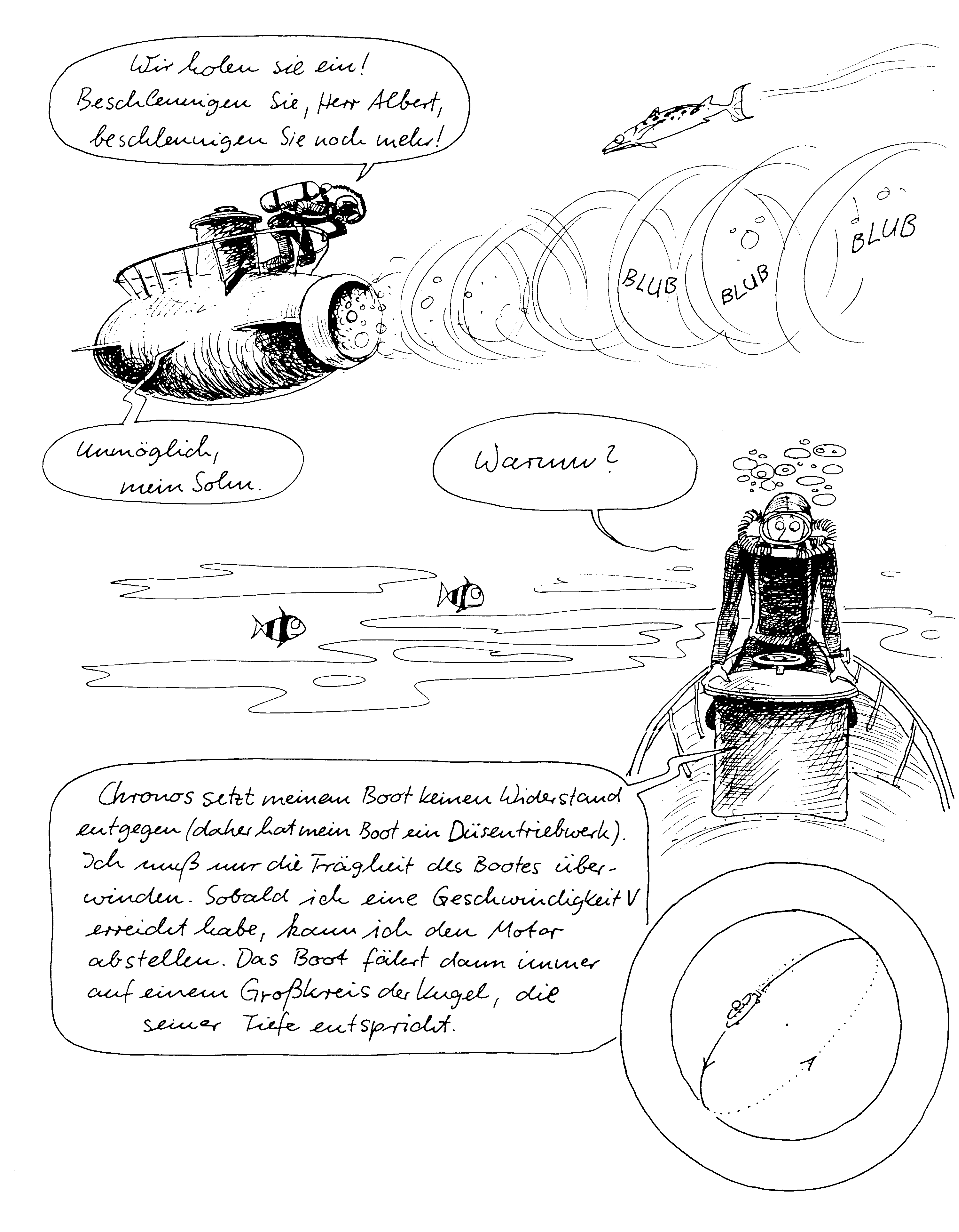
Es ist genau so schnell.

Alle Beobachter, einerlei wie schnell sie sich bewegen, messen für die Photonen die gleiche Geschwindigkeit c. Offenbar haben die Photonen im Cosmos-Park wirklich eine außergewöhnliche Stellung. Sie verhalten sich wie kleine Scheinwerfer, die sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit drehen. Durch das doppelte Spiel der Änderung der Länge und der eigentlichen Zeit findet jeder Beobachter immer $c = \frac{D}{t} = 300\,000$ km/s. Diese Konstanz der Lichtgeschwindigkeit wurde 1881 von Michelson und Morley experimentell bewiesen.

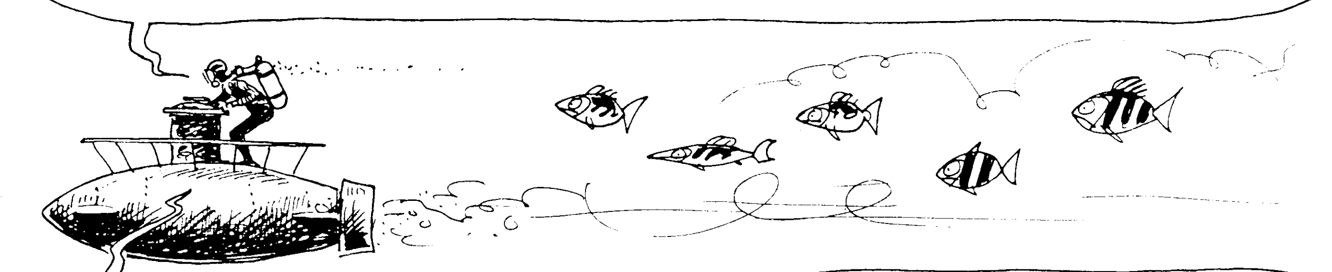
Vierunddreißig Jahre später warf Albert Einstein das klassische Modell des Zeit-Raums, mit dem sich diese Konstanz nicht erklären ließ, auf den Müll und baute einen neuen Zeit-Raum auf, von dem der Cosmos-Park eine Vorstellung gibt:

Den Zeit-Raum der RELATIVITÄT.




Wir holen sie ein! Beschleunigen Sie, Herr Albert, beschleunigen Sie noch mehr!
BLUB
BLUB
BLUB
Unmöglich, mein Sohn.
Warum?
Chronos setzt meinen Boot keinen Widerstand entgegen (daher hat mein Boot ein Düsentriebwerk). Ich muß nur die Trägheit des Bootes überwinden. Sobald ich eine Geschwindigkeit V erreicht habe, kann ich den Motor abstellen. Das Boot fährt dann immer auf einem Großkreis der Kugel, die seiner Tiefe entspricht.

Wo liegt das Problem? Stellen Sie den Motor wieder an und beschleunigen Sie weiter, damit wir diese verdammten Photonen einholen können!



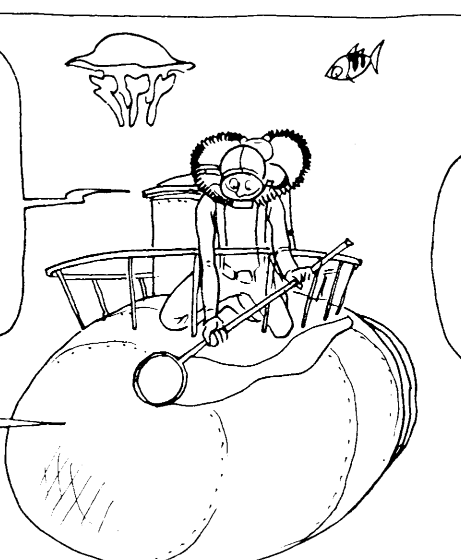
Das wird uns nicht gelingen. Je tiefer wir gehen, umso dichter wird Chronos und umso stärker füllen sich unsere Ballasttanks. Wir werden unheimlich schwer. Unsere Masse wächst.

AMTLICHE MITTEILUNG:

Man hüte sich vor dem Glauben, daß man sich nur bewegen müsse, um schlank zu werden. In Wirklichkeit nimmt die Masse m_0, die man in der Ruhelage hat, auf den Wert $m = m_0/\sqrt{1-V^2/c^2}$ zu, sobald man sich mit der Geschwindigkeit V bewegt.
Erst wenn man stehenbleibt, hat man wieder seine ursprüngliche Masse m_0.

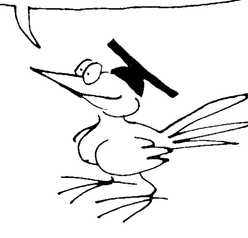
Die Direktion

Aber das ist unsinnig! Wir haben es bald geschafft. Wir sind schon bei 0,995c, und ich kann sie schon fast berühren.



Wir haben jetzt die zehnfache Masse und beschleunigen kaum noch.

Bei V= 0,99999c wüchse ihre Masse auf das 224-fache.

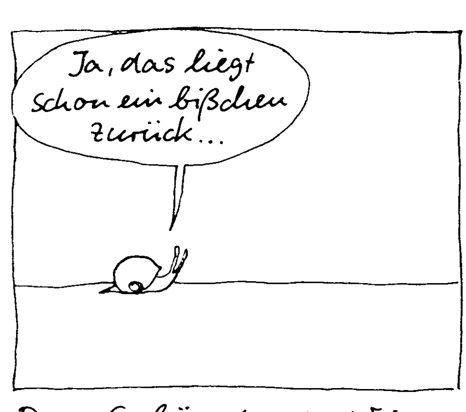


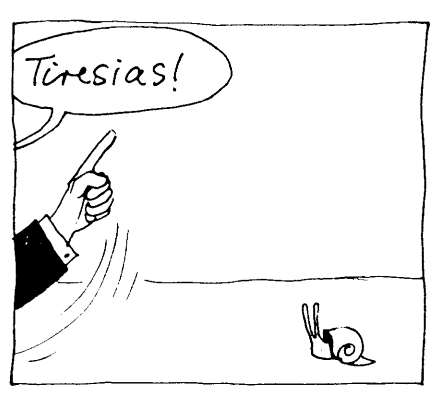

Es ist nutzlos, auf einer weiteren Beschleunigung zu bestehen. Wir würden unendlich viel Energie verbrauchen, wollten wir versuchen, die Photonen einzuholen. Vorsicht, ich fahre langsamer!
Hoppla!
Pfff! Was für ein Abenteuer!
Wenn ich es recht verstehe, erhöht man die Masse eines Körpers umso stärker, je mehr Energie man ihm überträgt?
Das ist ganz normal. Energie und Masse sind schließlich gleichartige Dinge.

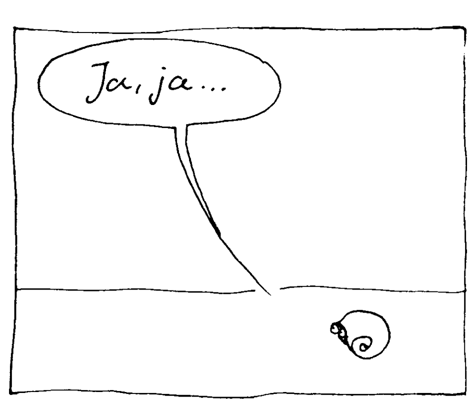

Bis auf eine Konstante (das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit c) sind sie sogar mathematisch gleich, das heißt, man kann schreiben E = m × c². Und wenn wir als Einheit der Länge eine Strecke von dreihundertmillionen Meter nähmen, so könnten wir auch schreiben: E = m. Es ist nur eine Frage der verwendeten Einheiten.
Aber woher kommt dieser Wert von dreihundertmillionen Meter pro Sekunde?
An Deiner Stelle würde ich die Frage umkehren: Woher stammt das Meter pro Sekunde?
Was soll ich?
Die Lichtgeschwindigkeit c ist die eigentliche, kosmische und allgemeine Einheit der Geschwindigkeit. Unser Meter pro Sekunde ist nichts weiter als ein lumpiges Stück davon.



(*) EPISTEM (GRIECH.): WISSEN ; BULLE (DTSCH.): POLIZIST.





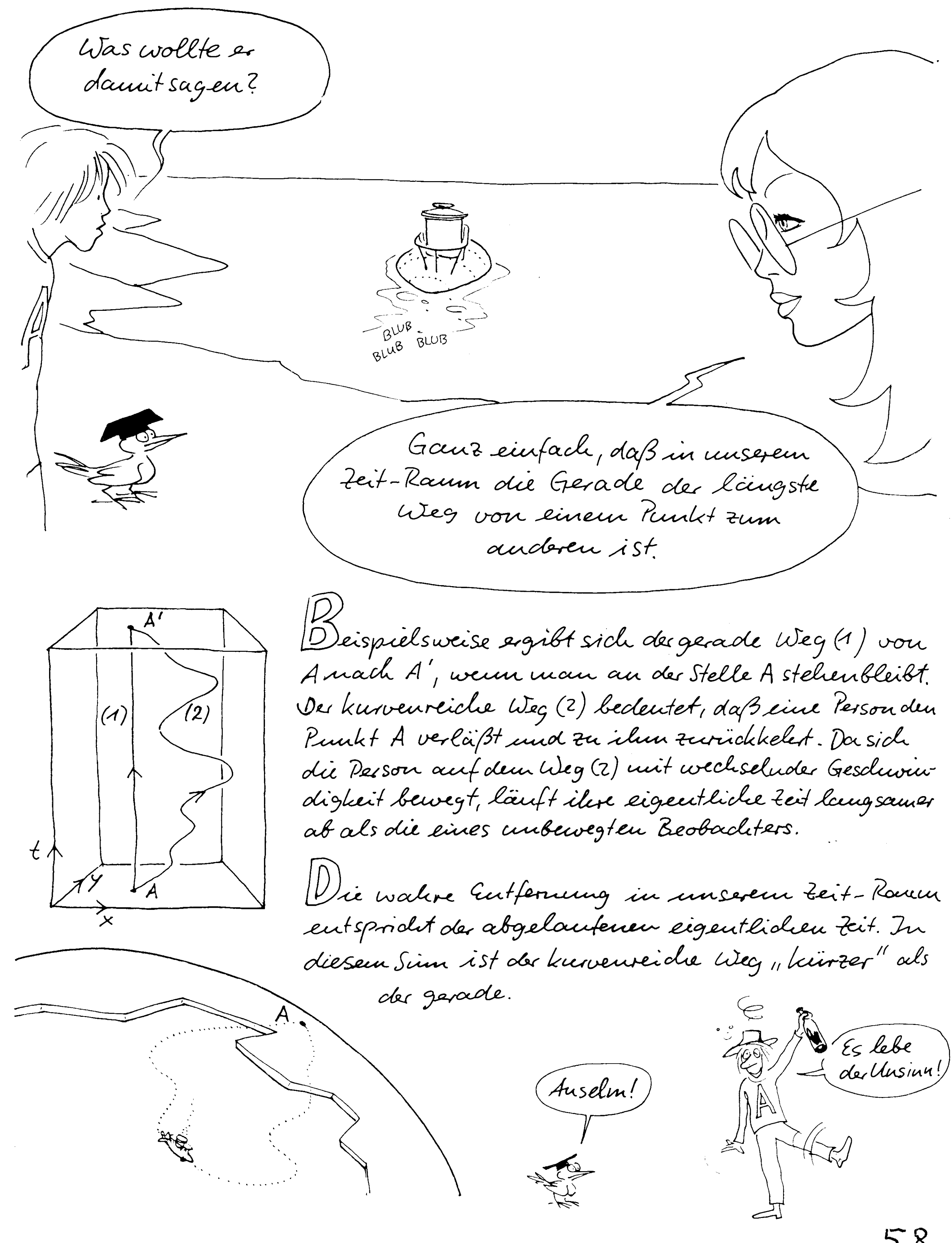


Das Gebäude der Wissenschaft bekommt immer wieder Risse und stürzt an einigen Stellen ein, aber stets erwächst es neu aus seinen Ruinen.

Welche Vielfalt von Attraktionen!

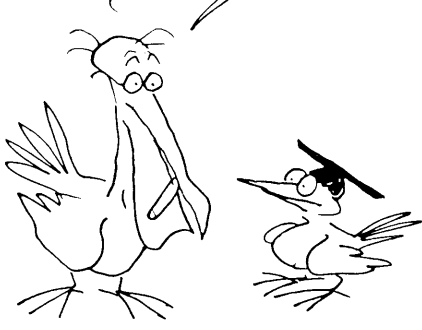
ALBERTS COSMOS★PARK





Was wollte er damit sagen?
BLUB
BLUB BLUB
Ganz einfach, daß in unserem Zeit-Raum die Gerade der längste Weg von einem Punkt zum andren ist.
A'
(1)
(2)
t
y
x
A
Beispielsweise ergibt sich der gerade Weg (1) von A nach A', wenn man an der Stelle A stehenbleibt. Der kurvenreiche Weg (2) bedeutet, daß eine Person den Punkt A verläßt und zu ihm zurückkehrt. Da sich die Person auf dem Weg (2) mit wechselnder Geschwindigkeit bewegt, läuft ihre eigentliche Zeit langsamer ab als die eines unbewegten Beobachters.
Die wahre Entfernung in unserem Zeit-Raum entspricht der abgelaufenen eigentlichen Zeit. In diesem Sinn ist der kurvenreiche Weg „kürzer" als der gerade.
A.
Anselm!
Es lebe der Unsinn!

Es ist verrückt, daß man einen Weg zurücklegen muß, um an der gleichen Stelle zu bleiben!



DIE UNMÖGLICHE REISE

Über Cosmos-Park ist es Nacht geworden.

Sophie, was weiß man von den Sternen?

Sie sind Sonnen wie die unsere.

Also dreht sich die Erde um den Sonnenstern? Haben die anderen Sonnen auch Planeten, andere Erden?

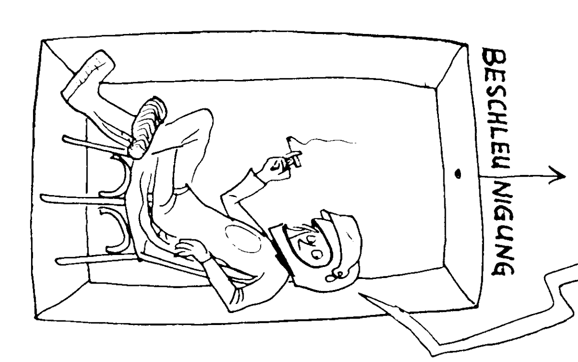
Ja, Anselm.


Die Sonne, die der unsrigen am nächsten liegt, ist...?
... der Stern Alpha im Sternbild des Stiers. Sein Licht braucht vier Jahre, um zu uns zu kommen.
Das heißt, ... dieser Stern ist vierzigtausend Milliarden Kilometer weit weg, ...
... wogegen Pluto an der Grenze unseres Sonnensystems nur fünf Milliarden Kilometer von uns entfernt ist. Das entspricht etwas weniger als fünf Lichtstunden.
Die nächste Sonne ist also rund zehntausendmal weiter weg. Das Universum ist ja entsetzlich groß.

Herr Albert hat mir erklärt, daß man sehr viel Energie braucht, um sich der Lichtgeschwindigkeit auch nur ein Stück zu nähern, um also etwa 100000 km/s zu erreichen.



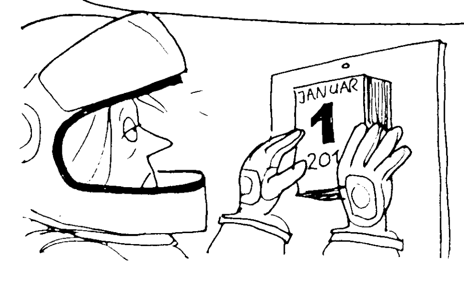
Nehmen wir an, ich hätte einen Raketenmotor, der meinem Gefährt eine Beschleunigung von einem g gibt, der meine Geschwindigkeit also in jeder Sekunde um zehn Meter pro Sekunde wachsen läßt, ...



... dann entspricht meine Schwere meinem Gewicht, und ich kann sie beliebig lange ertragen.

Bei dieser Beschleunigung würde es vier Monate dauern, bis ich die Geschwindigkeit von 100 000 km/s erreiche. In dieser Zeit würde ich ein Hundertstel des Weges bis zur nächsten Sonne zurücklegen.





Dann verbleiben zwölf Jahre zum Reisen, ohne die vier Monate zu zählen, die ich zum Bremsen brauche.


Noch einmal so viel Zeit wäre nötig, um auf die Erde zurückzukehren, damit ich erzählen kann, was ich erlebt habe.
Es ist unwahrscheinlich, daß wir im Universum die einzigen Lebewesen sind. Aber wenn es bewohnte Planeten gibt, ist der nächste sicher weiter entfernt als vier Lichtjahre.
Mit anderen Worten: man müßte sein Leben opfern, wollte man nach den Gesetzen des Cosmos-Parks dorthin reisen.
Was bleibt zu tun?
Ist die Reise ganz unmöglich?
Hört dieser Junge denn nie auf, Fragen zu stellen?


Der Versuch, schneller als mit Lichtgeschwindigkeit zu fliegen, hat keinen Sinn. Ebenso gut könnte man versuchen, in der Wasserkugel des Cosmos-Parks tiefer zu tauchen als bis zum Mittelpunkt.
Vielleicht ist ja der Cosmos-Park nicht das beste Modell?
Das hilft mir gar nichts! Das sagt mir nicht, wie ich in einer vernünftigen Zeit zu den Sternen fliegen kann.


Vielleicht ist es ganz unmöglich?


Oder...
Ä


...könnte man...?
Ä


Ich weiss, wie man's macht.


TIRESIAS!
ENDE

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.

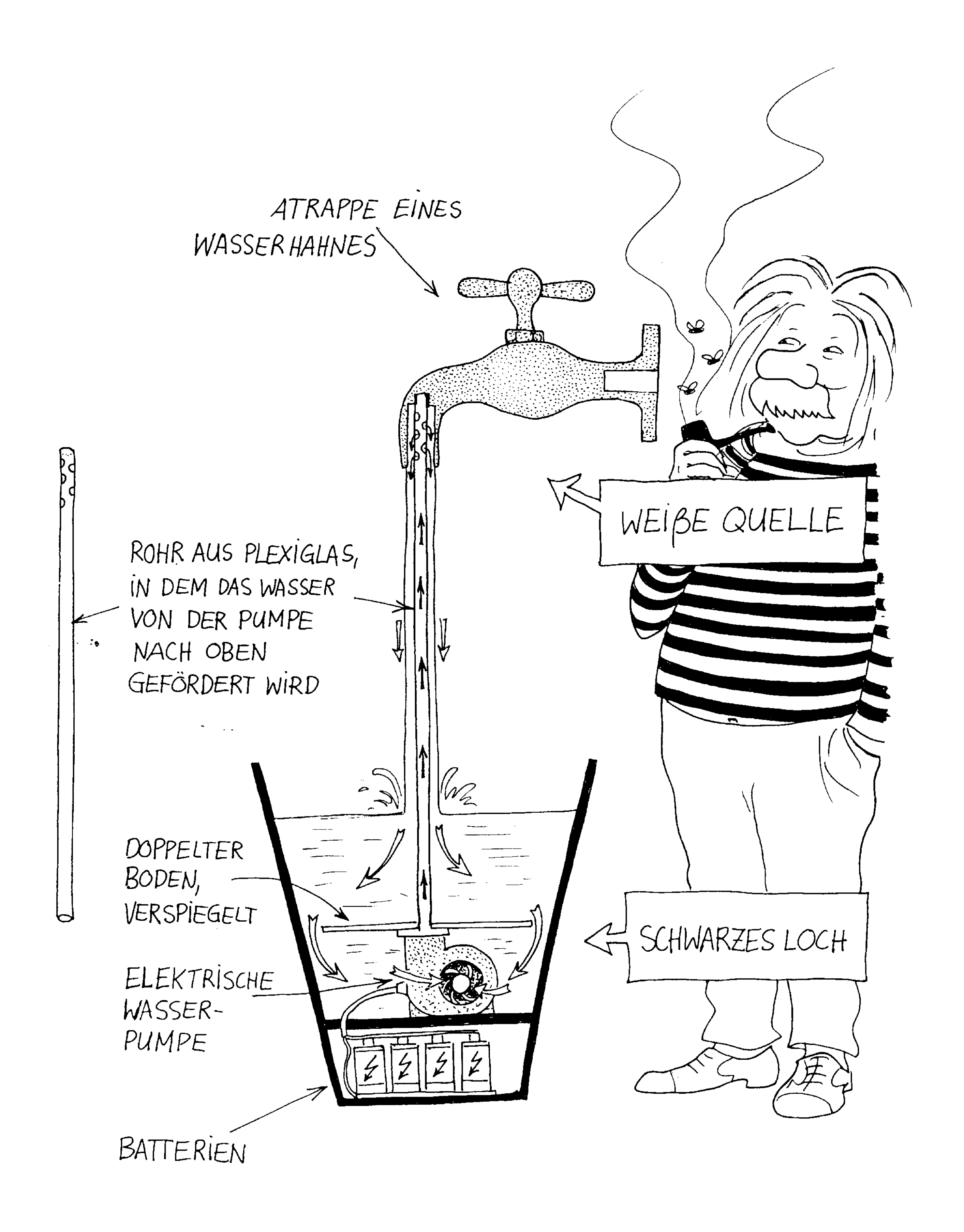


Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

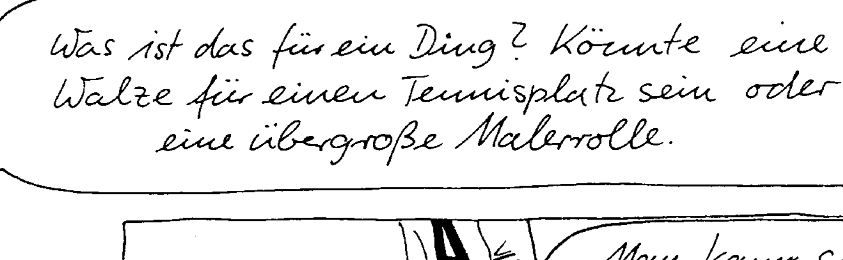

Der Hahn scheint frei im Raum zu schweben. Woher kommt das Wasser, das aus ihm fließt?
Hmm ....
Und wohin geht das Wasser, da der Eimer nicht überläuft?
Erstaunlich, wie es fließt!

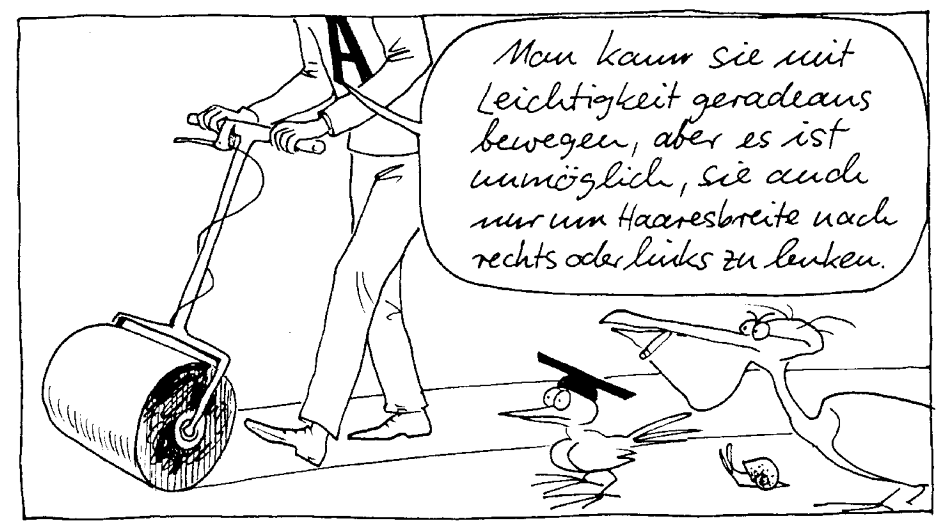

ATRAPPE EINES WASSERHAHNES
WEIẞE QUELLE
ROHR AUS PLEXIGLAS, IN DEM DAS WASSER VON DER PUMPE NACH OBEN GEFÖRDERT WIRD
DOPPELTER BODEN, VERSPIEGELT
SCHWARZES LOCH
ELEKTRISCHE WASSER-PUMPE
BATTERIEN


Was machen Sie da, Herr Albert?
Setz Dich, Anselm!
Was ist das?
Das Cosmol, Anselm, das Cosmol. Es öffnet die Tür.
Die Tür? Welche Tür? Ich verstehe nicht.
Verstehen! Ach ja,... verstehen...
Die anderen sagen: logischer Gang ... das ist Wahnsinn!
allein... das Cosmol... öffnet die Tür...
...Wahnsinn...
Die Tür, ja die Tür...


... vom großen Universum.
... Universum...
COSM
...Universum...
Herr Albert!
Sophie!
Hm...
Wieder diese Wolken!

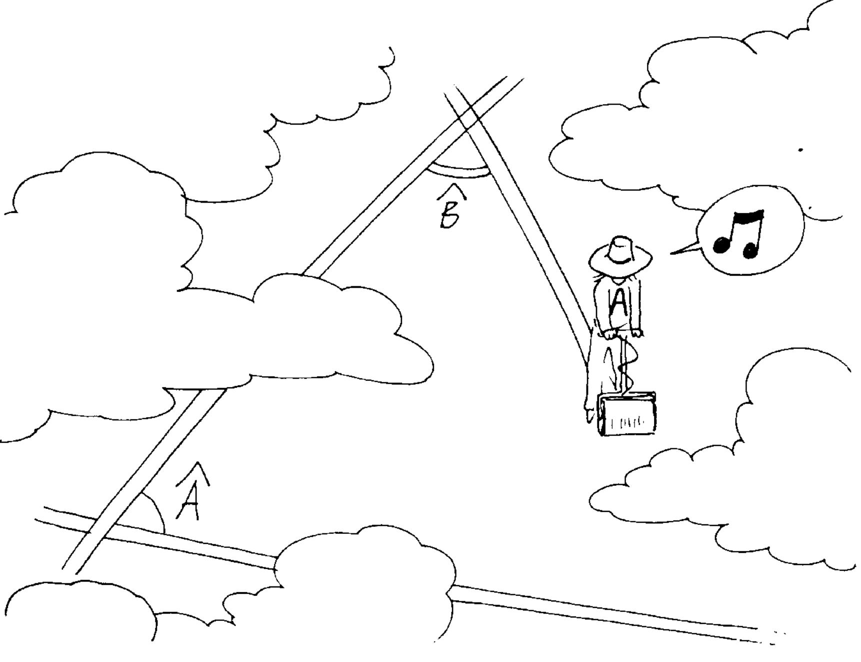
Einmal mehr macht sich Anselm auf den Weg, um im Nebel liegende Welten zu erforschen.





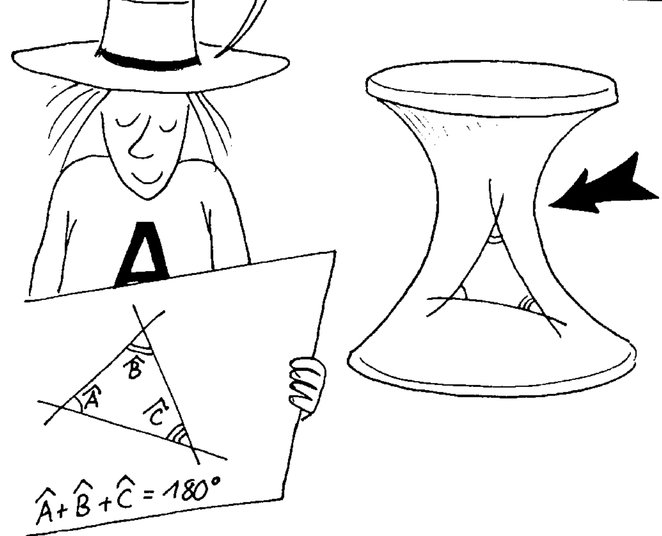
Wozu dient dieser Griff? Ah, er löst die Sperre und gestattet mir, von Zeit zu Zeit die Richtung zu ändern.

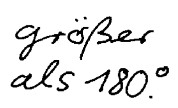
Mit diesem Gerät kann Anselm auf einer Fläche Geodätische ziehen. Aus drei Geodätischen entsteht ein Dreieck.



Eine Fläche ist ein zweidimensionaler Raum. Das heißt, man braucht zwei Größen (zwei Koordinaten), um die Lage eines Punktes anzugeben.

Mal sehen, ob der Raum euklidisch ist. Die Winkelsumme im Dreieck muß dann 180° betragen (*).

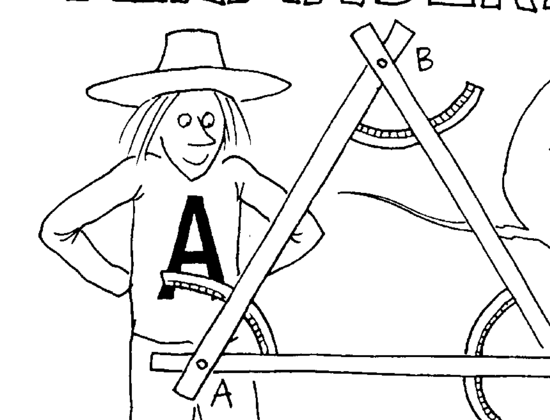




Wenn der Raum eine negative Krümmung hat, ist die Winkelsumme kleiner als 180°.

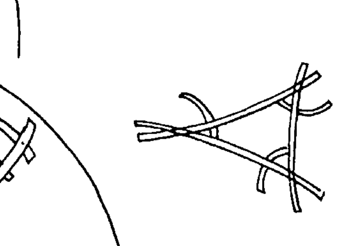
In einem Raum mit positiver Krümmung ist die Winkelsumme größer als 180°.

RÄUME MIT VERÄNDERLICHER KRÜMMUNG



Ich habe ein Krümmungsmeßgerät erfunden. Es besteht aus drei biegsamen Latten, die sich um die drei Nieten A, B und C drehen können.

Um die örtliche Krümmung einer Fläche zu ermitteln, drückt man das Gerät auf die Fläche und liest die Größe der Winkel ab.



POSITIVE KRÜMMUNG | NEGATIVE KRÜMMUNG

(*) Mehr darüber findet man in dem Buch „DAS GEOMETRIKON" vom gleichen Autor im gleichen Verlag.

Diese Beule, behutsam in eine Ebene gedrückt, besteht aus einer Zone mit positiver Krümmung und einer Zone mit negativer Krümmung.



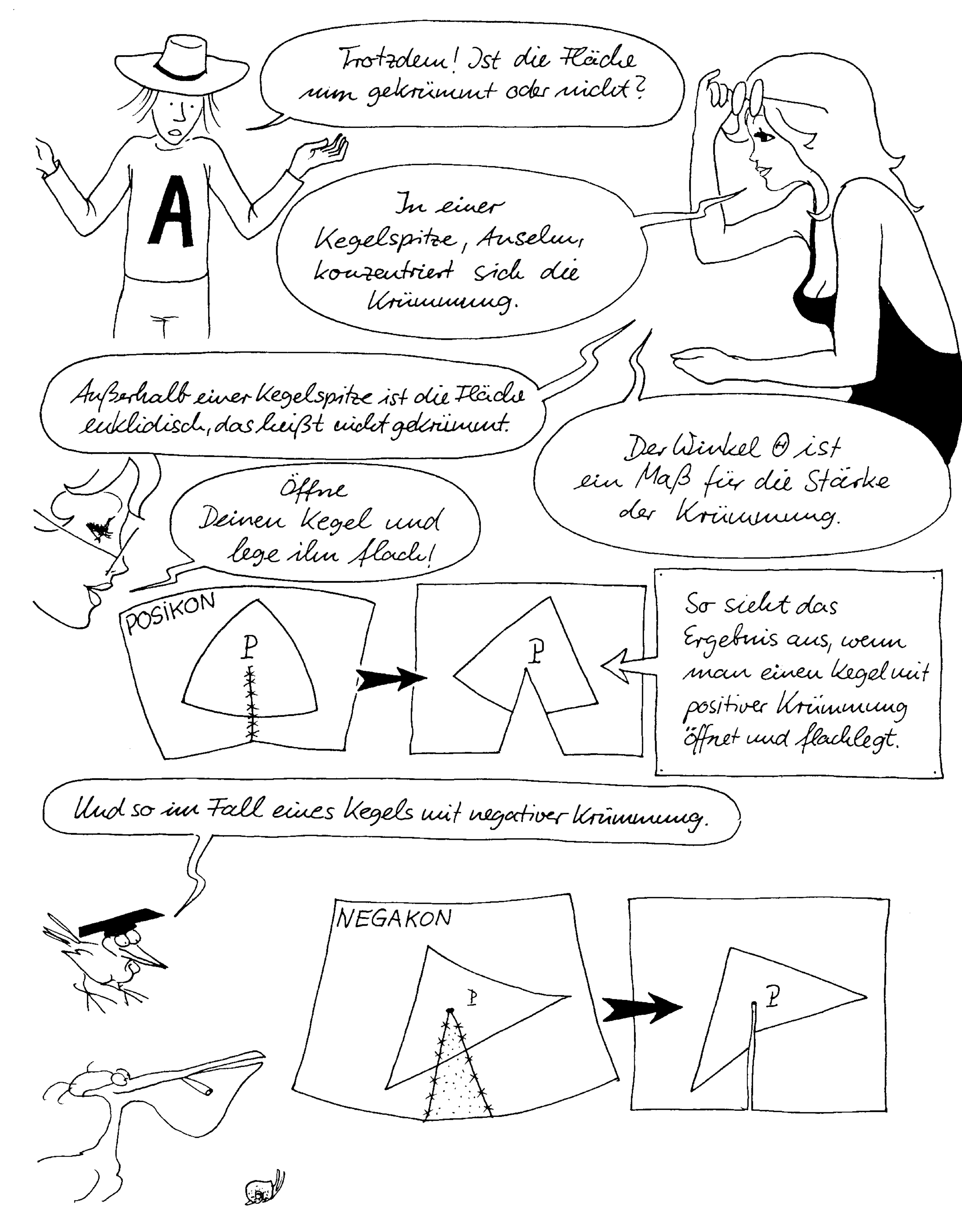
KEGELSPITZEN

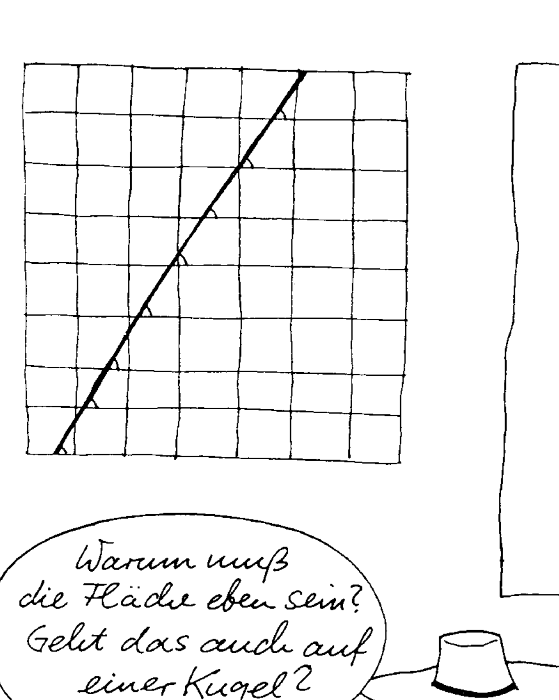



Sophie, was bedeutet das? Wenn der Punkt P außerhalb meines Meßgerätes liegt, zeigt es die Krümmung Null an?
P
Liegt der Punkt P aber innerhalb des Meßgerätes, so ist die Fläche gekrümmt.
P
P ist eine Kegelspitze. Schau, ich nehme eine Ebene, schneide aus ihr einen Sektor mit dem Winkel Θ heraus und nähe den Rest wieder zusammen.
EBENE
Θ
A
B
P
C
$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180° + \Theta$
So erhalte ich einen Kegel, den ich POSIKON nennen will.
Sie können das mit einem Stück Pappe nachmachen. Mit Klebestreifen können Sie dann auf dem Posikon die Geodätischen markieren.



Also, wenn mein Dreieck die Spitze eines Kegels enthält, so ist die Summe seiner Winkel größer als 180°.
P
P
θ
θ
Nicht so schnell! Ich nehme eine neue Ebene, schneide sie ein und nähe den Sektor mit dem Winkel Θ in den Schlitz.
Dann ergibt das ein Negakon?
P
Wenn mein Dreieck jetzt den Punkt P umgibt, beträgt die Winkelsumme 180° − Θ.
P
Sobald aber der Punkt P außerhalb des Dreiecks liegt, beträgt die Winkelsumme wieder 180°.
Dieser Einfluß der Kegelspitze ist unabhängig davon, ob das Dreieck winzig oder riesig ist.


Trotzdem! Ist die Fläche nun gekrümmt oder nicht?
In einer Kegelspitze, Anselm, konzentriert sich die Krümmung.
Außerhalb einer Kegelspitze ist die Fläche euklidisch, das heißt nicht gekrümmt.
Der Winkel Θ ist ein Maß für die Stärke der Krümmung.
Öffne Deinen Kegel und lege ihn flach!
POSIKON
P
P
So sieht das Ergebnis aus, wenn man einen Kegel mit positiver Krümmung öffnet und flachlegt.
Und so im Fall eines Kegels mit negativer Krümmung.
NEGAKON
P
P



Nehmen wir eine ebene Fläche und unterteilen sie so mit Geodätischen, daß ein regelmäßiges Muster aus kleinen Quadraten entsteht. Die Fläche sieht dann aus, als wäre sie mit lauter gleichen Quadraten gepflastert. Eine Kurve, die die Seiten aller von ihr berührten Quadrate unter gleichem Winkel schneidet, ist dann eine Geodätische der Fläche.

Die Direktion

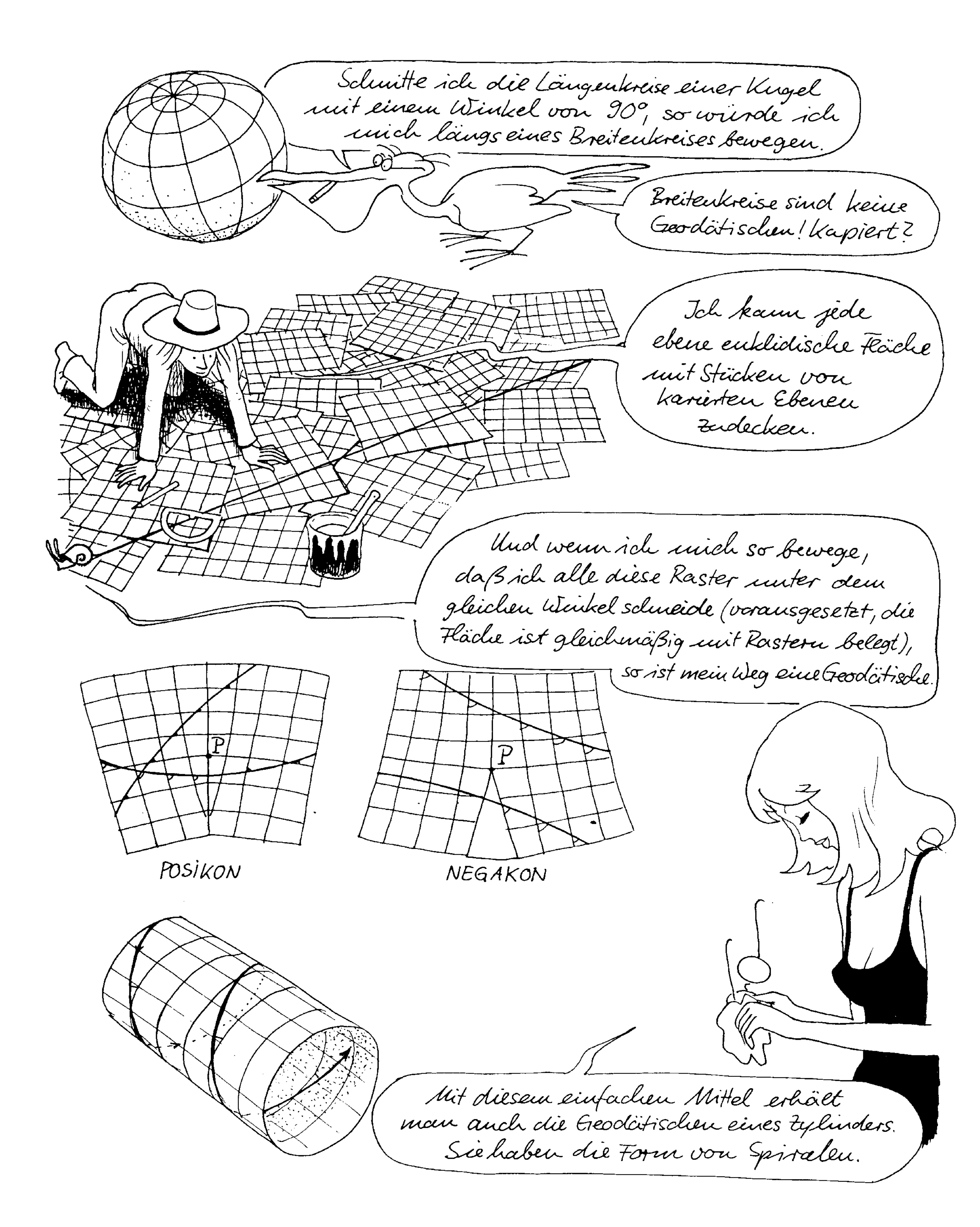
Warum muß die Fläche eben sein? Geht das auch auf einer Kugel?

Lieber Anselm! Versuch doch mal, eine Kugel dicht an dicht mit Quadraten zu pflastern! Du wirst staunen.

Außerdem sind die Geodätischen einer Kugel ihre Längenkreise. Eine Kurve, die alle von ihr berührten Längenkreise unter dem gleichen, von 90° verschiedenen Winkel schneidet, führt immer zu einem der Pole.

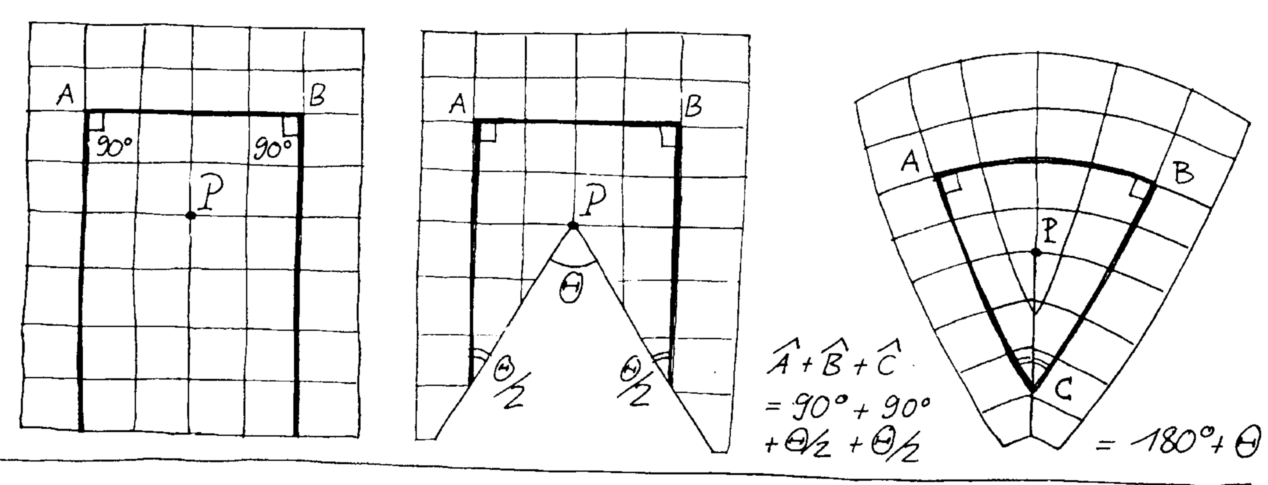


ZUM POL



Schnitte ich die Längenkreise einer Kugel mit einem Winkel von 90°, so würde ich mich längs eines Breitenkreises bewegen.
Breitenkreise sind keine Geodätischen! Kapiert?
Ich kann jede ebene euklidische Fläche mit Stücken von karierten Ebenen zudecken.
Und wenn ich mich so bewege, daß ich alle diese Raster unter dem gleichen Winkel schneide (vorausgesetzt, die Fläche ist gleichmäßig mit Rastern belegt), so ist mein Weg eine Geodätische.
P
POSIKON
P
NEGAKON
Mit diesem einfachen Mittel erhält man auch die Geodätischen eines Zylinders. Sie haben die Form von Spiralen.

Hier sehen Sie, warum die Winkelsumme eines Dreiecks auf einem Posikon um den Winkel Θ größer ist als 180°.



Anselm wird jetzt Kegel bauen, auf denen die Regelmäßigkeit des Rasters erhalten bleibt.

Die Direktion

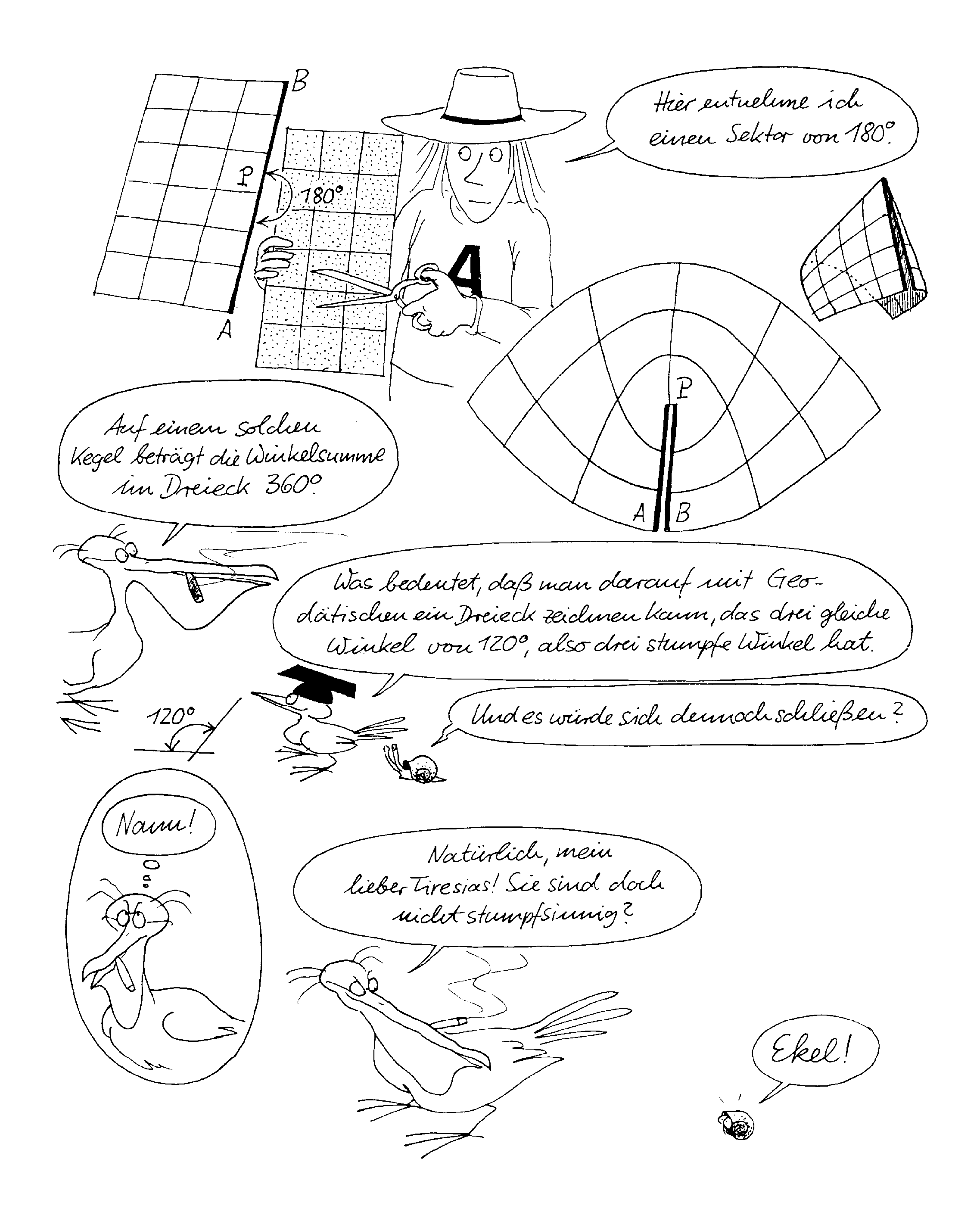
Hier entnehme ich 90°.

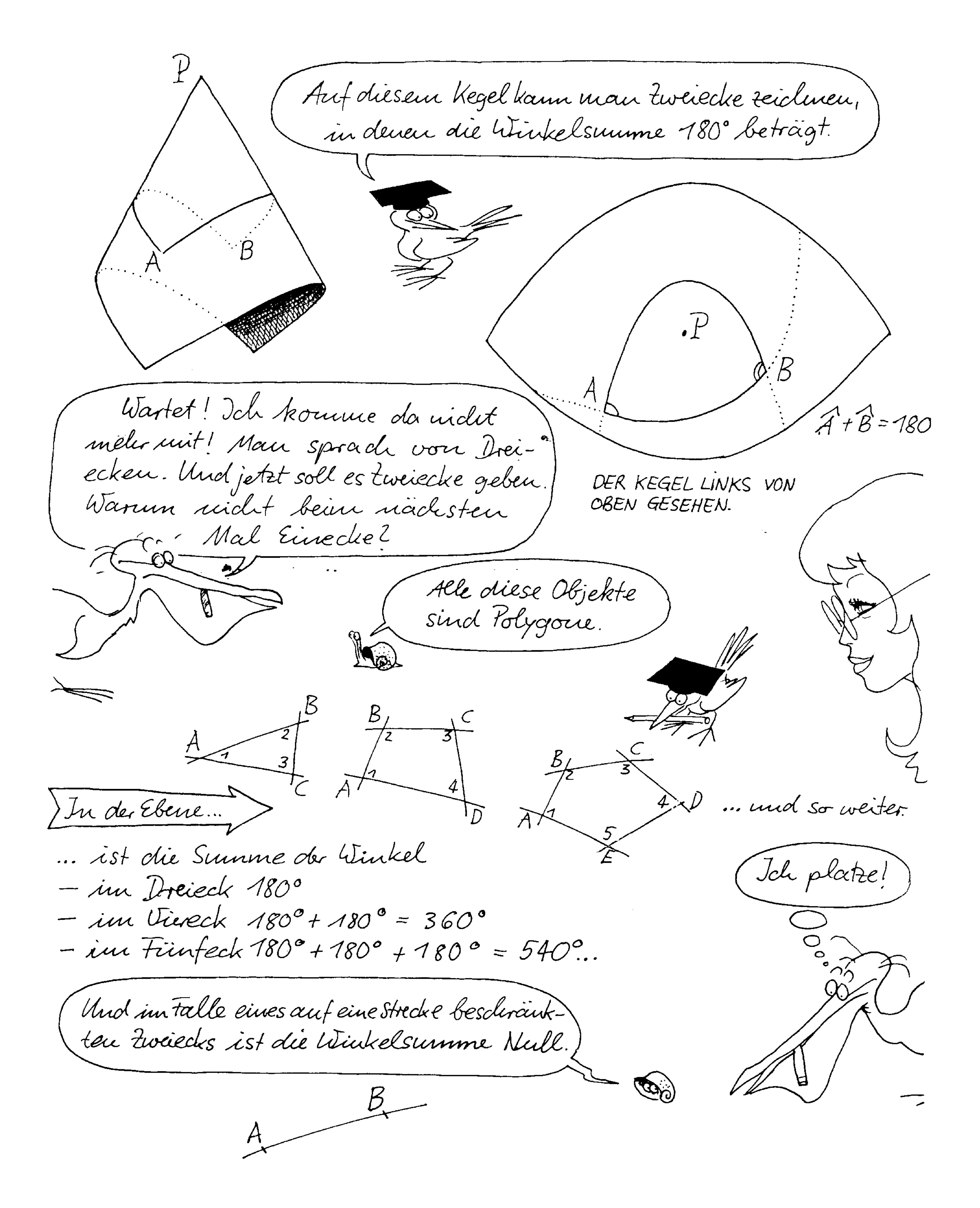
P
B
90°
A
A

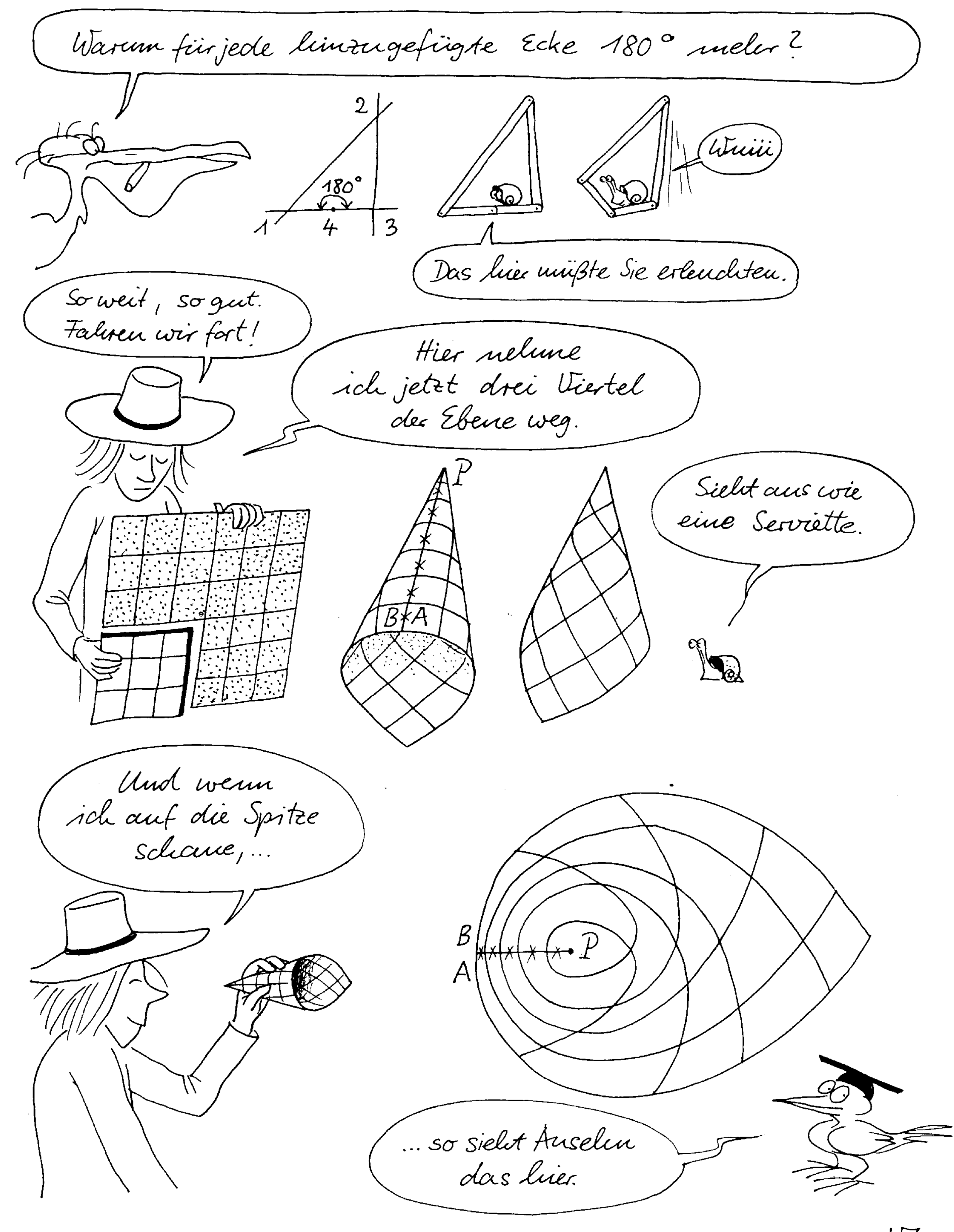
P
A
B
C
AB

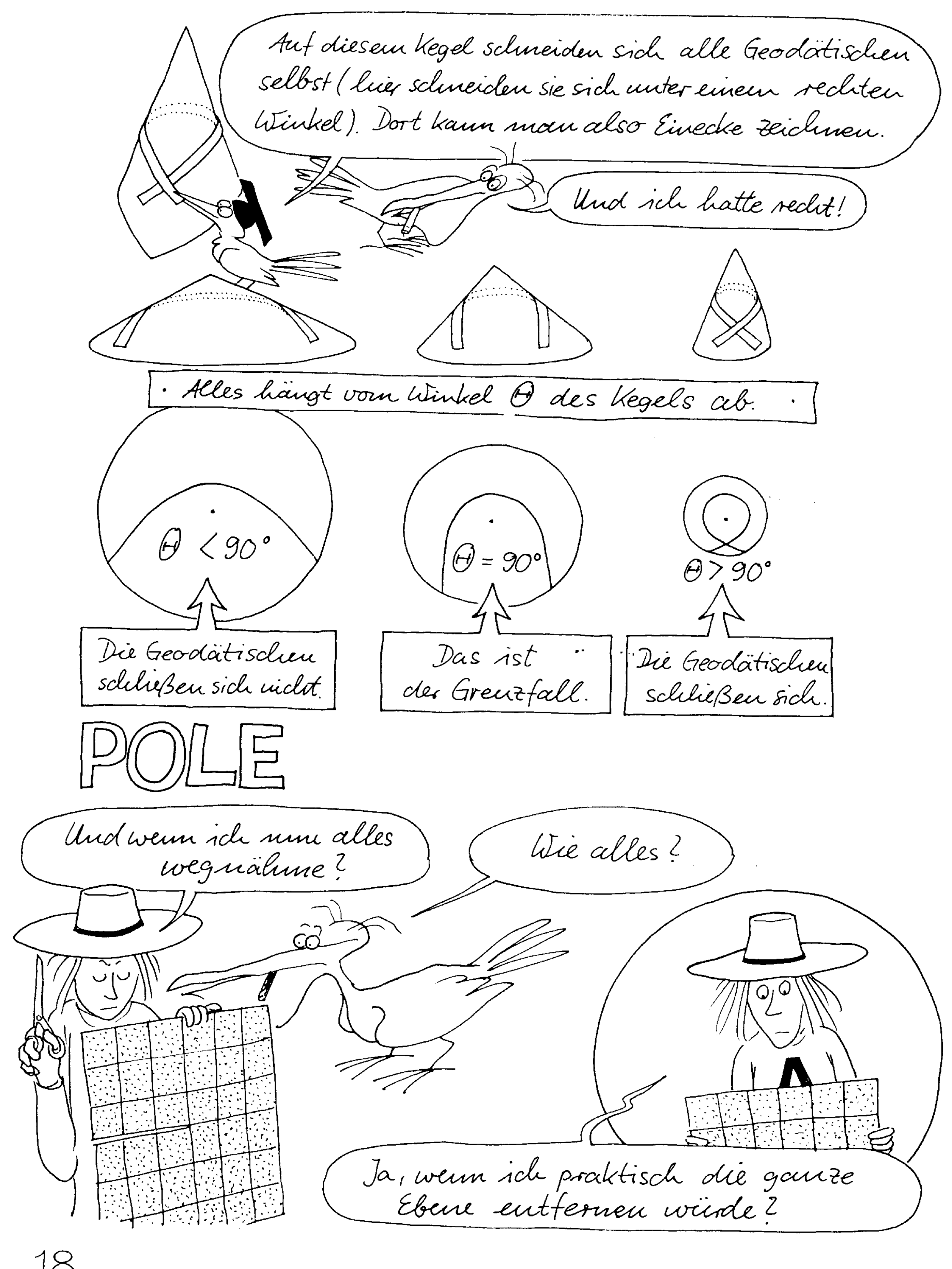
$\hat{A}+\hat{B}+\hat{C} = 180° + 90°$
$= 270°$

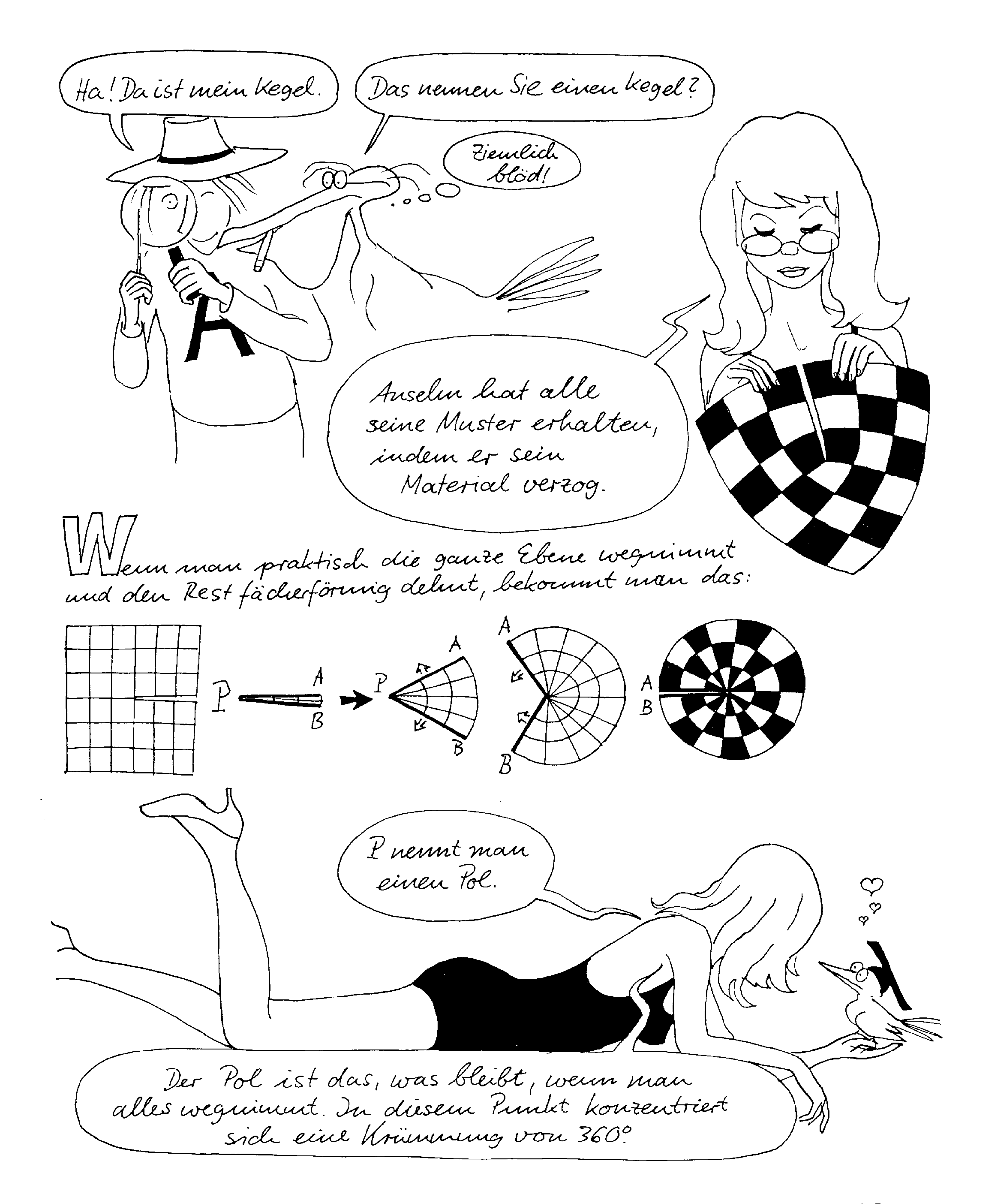
Auf einem solchen Kegel kannst Du gleichseitige Dreiecke zeichnen, die drei rechte Winkel haben.

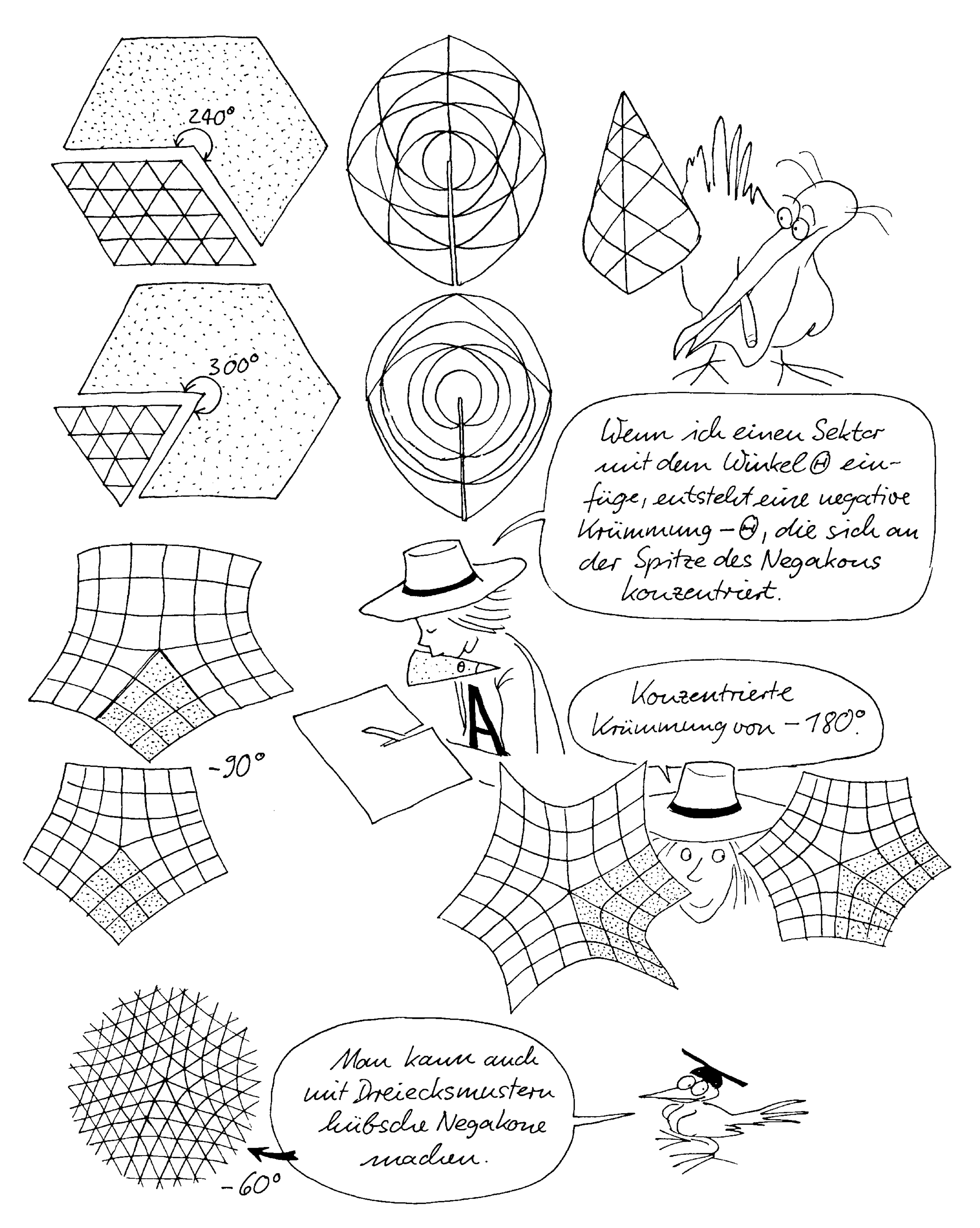

Hier entnehme ich einen Sektor von 180°.
B
P
180°
A
P
A
B
Auf einem solchen Kegel beträgt die Winkelsumme im Dreieck 360°.
Was bedeutet, daß man darauf mit Geodätischen ein Dreieck zeichnen kann, das drei gleiche Winkel von 120°, also drei stumpfe Winkel hat.
120°
Und es würde sich dennoch schließen?
Nanu!
Natürlich, mein lieber Tiresias! Sie sind doch nicht stumpfsinnig?
Ekel!

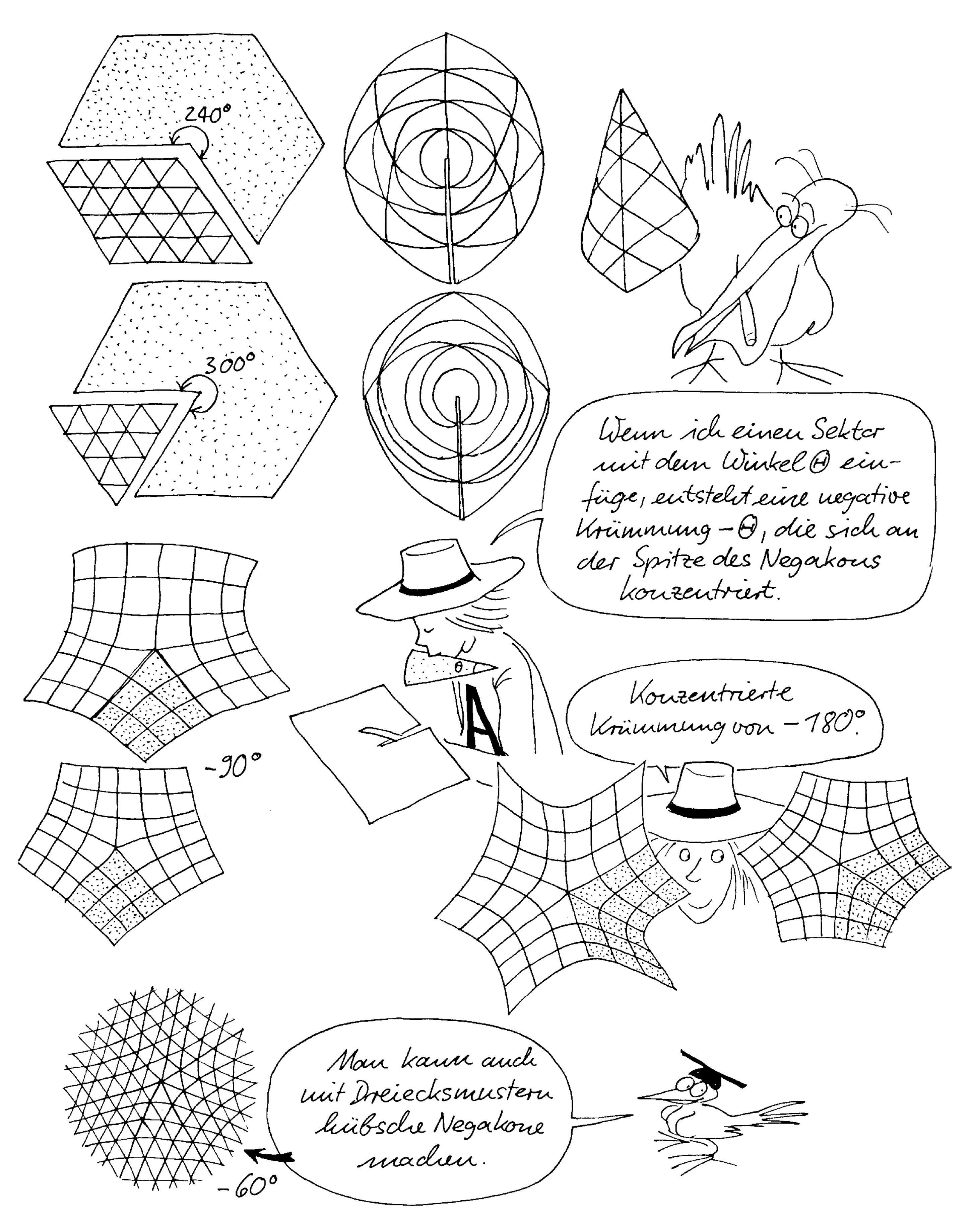

P
A
B
Auf diesem Kegel kann man Zweiecke zeichnen, in denen die Winkelsumme 180° beträgt.
.P
A
B
$\hat{A}+\hat{B}=180$
DER KEGEL LINKS VON OBEN GESEHEN.
Wartet! Ich komme da nicht mehr mit! Man sprach von Dreiecken. Und jetzt soll es Zweiecke geben. Warum nicht beim nächsten Mal Einecke?
Alle diese Objekte sind Polygone.
A B C 1 2 3
A B C D 1 2 3 4
A B C D E 1 2 3 4 5
In der Ebene...
... und so weiter.
... ist die Summe der Winkel
– im Dreieck 180°
– im Viereck 180° + 180° = 360°
– im Fünfeck 180° + 180° + 180° = 540°...
Ich platze!
Und im Falle eines auf eine Strecke beschränkten Zweiecks ist die Winkelsumme Null.
A
B


Warum für jede hinzugefügte Ecke 180° mehr?
2
180°
1
4
3
Wuiii
Das hier müßte Sie erleuchten.
So weit, so gut. Fahren wir fort!
Hier nehme ich jetzt drei Viertel der Ebene weg.
P
B A
Sieht aus wie eine Serviette.
Und wenn ich auf die Spitze schaue, ...
B
P
A
... so sieht Anselm das hier.

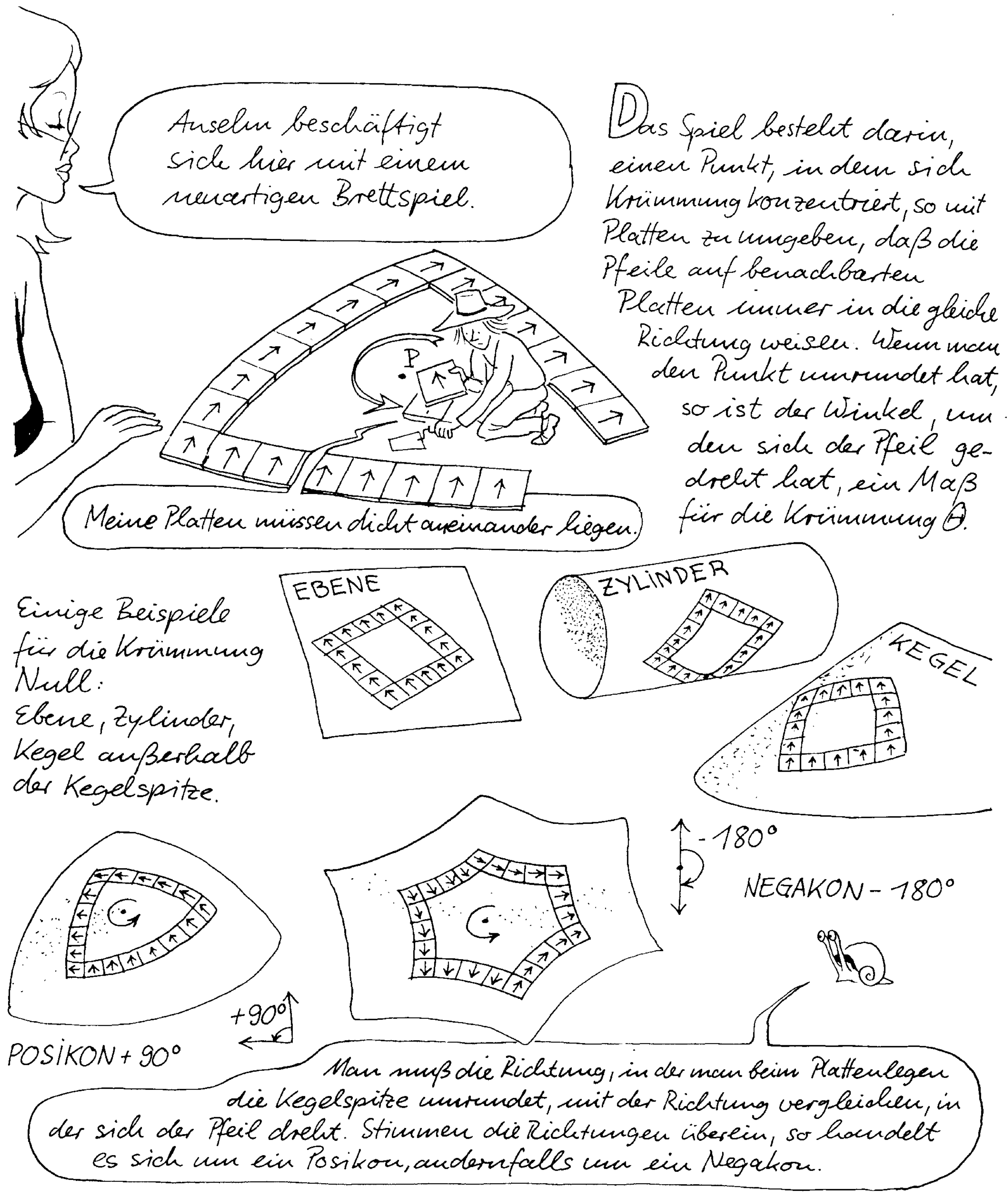

Auf diesem Kegel schneiden sich alle Geodätischen selbst (hier schneiden sie sich unter einem rechten Winkel). Dort kann man also Einecke zeichnen.
Und ich hatte recht!
· Alles hängt vom Winkel Θ des Kegels ab. ·
Θ < 90°
Θ = 90°
Θ > 90°
Die Geodätischen schließen sich nicht.
Das ist der Grenzfall.
Die Geodätischen schließen sich.
POLE
Und wenn ich nun alles wegnähme?
Wie alles?
Ja, wenn ich praktisch die ganze Ebene entfernen würde?

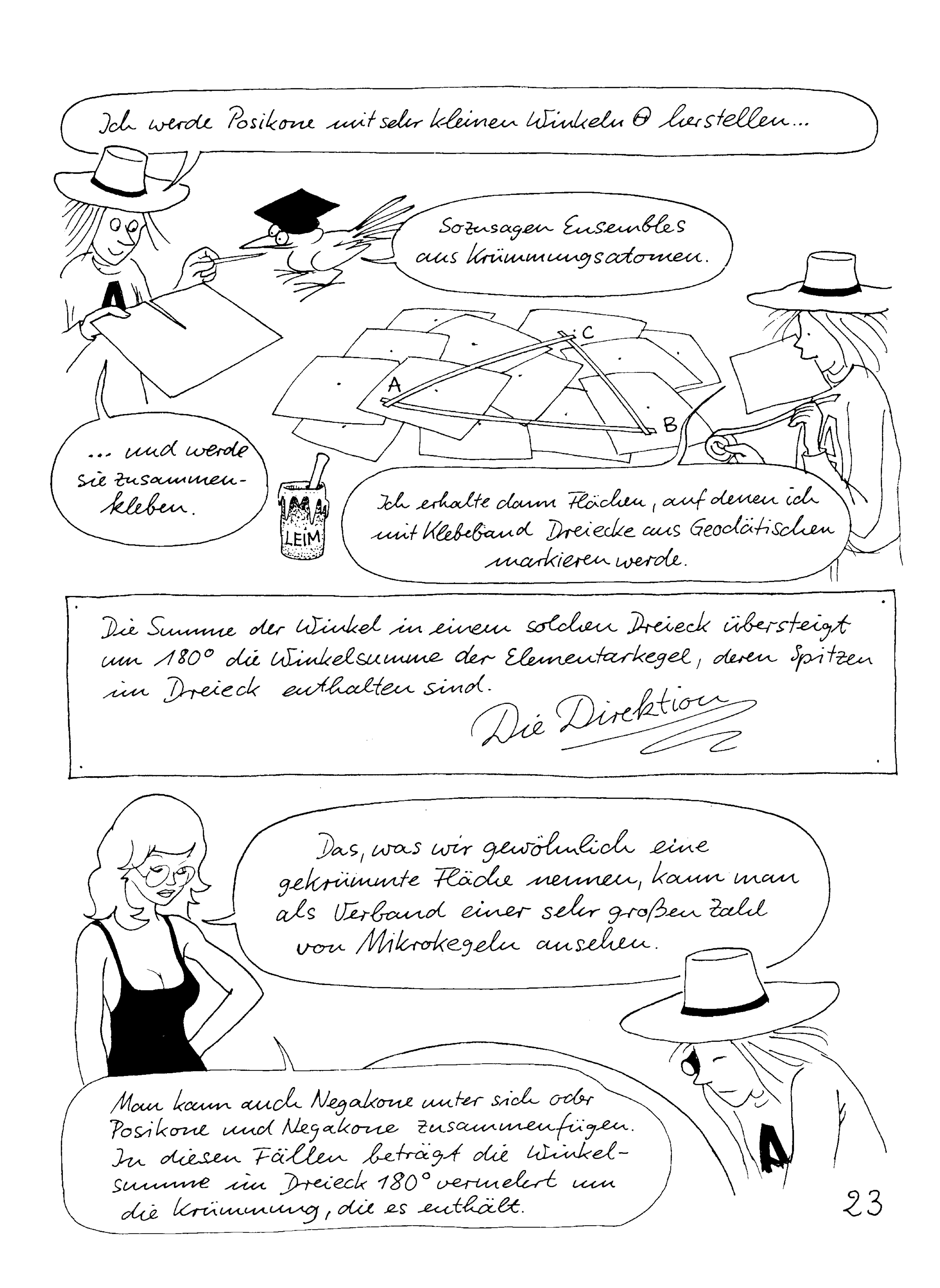

Ha! Da ist mein Kegel.
Das nennen Sie einen Kegel?
Ziemlich blöd!
Anselm hat alle seine Muster erhalten, indem er sein Material verzog.
Wenn man praktisch die ganze Ebene wegnimmt und den Rest fächerförmig dehnt, bekommt man das:
P
A
B
P nennt man einen Pol.
Der Pol ist das, was bleibt, wenn man alles wegnimmt. In diesem Punkt konzentriert sich eine Krümmung von 360°.


240°
300°
Wenn ich einen Sektor mit dem Winkel Θ einfüge, entsteht eine negative Krümmung −Θ, die sich an der Spitze des Negakons konzentriert.
θ
A
−90°
Konzentrierte Krümmung von −180°.
Man kann auch mit Dreiecksmustern hübsche Negakone machen.
−60°

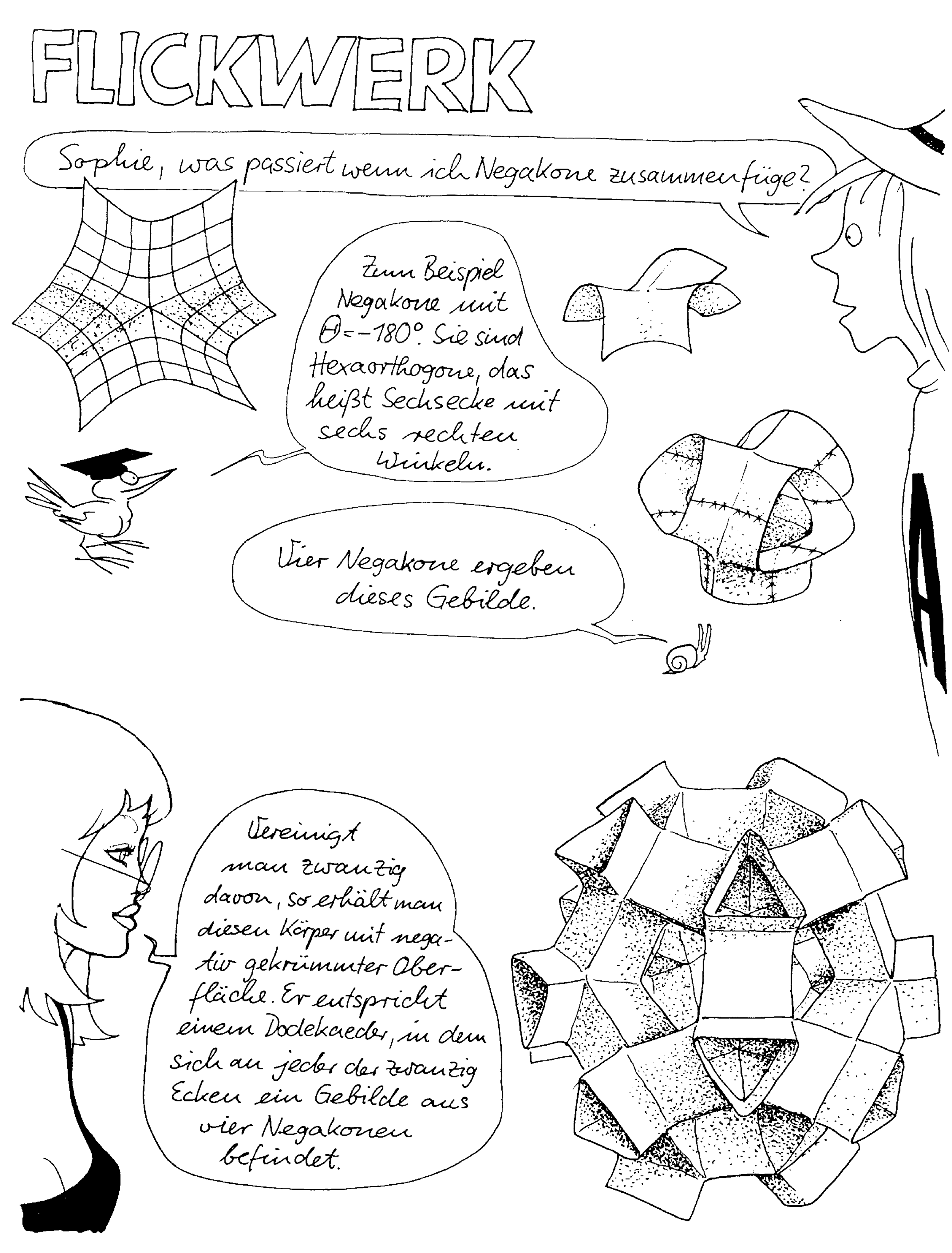

240°
300°
Wenn ich einen Sektor mit dem Winkel Θ einfüge, entsteht eine negative Krümmung −Θ, die sich an der Spitze des Negakons konzentriert.
Konzentrierte Krümmung von −180°.
−90°
Man kann auch mit Dreiecksmustern hübsche Negakone machen.
−60°

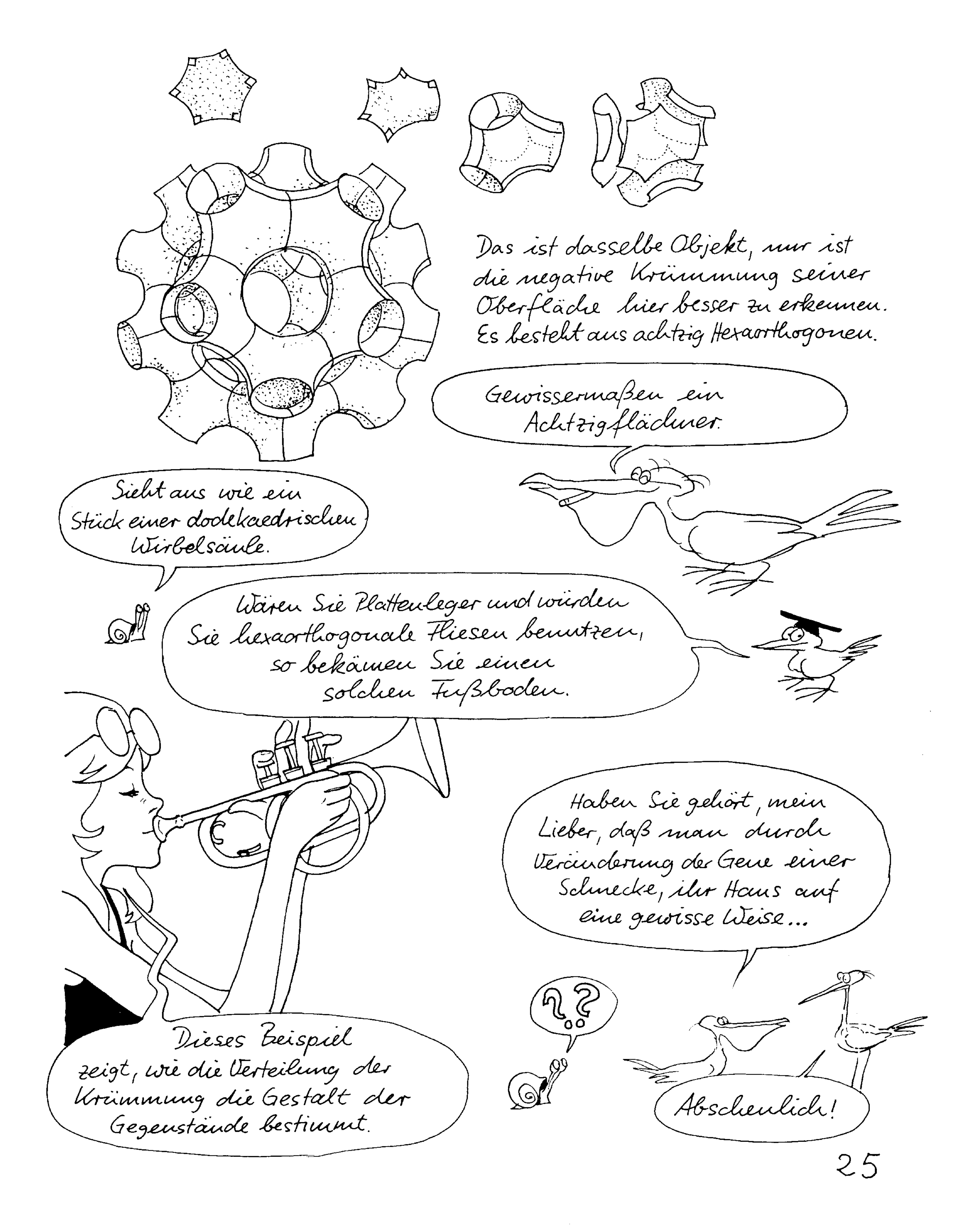
MESSUNG DER KRÜMMUNG





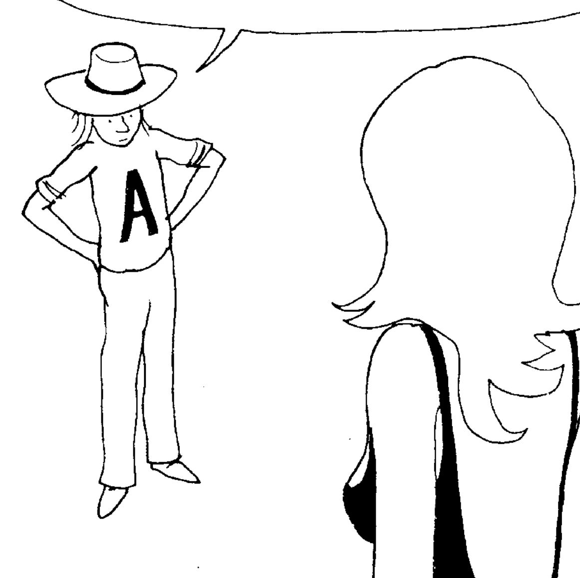
Ich werde Posikone mit sehr kleinen Winkeln θ herstellen...
Sozusagen Ensembles aus Krümmungsatomen.
C
A
B
... und werde sie zusammenkleben.
LEIM
Ich erhalte dann Flächen, auf denen ich mit Klebeband Dreiecke aus Geodätischen markieren werde.
Die Summe der Winkel in einem solchen Dreieck übersteigt um 180° die Winkelsumme der Elementarkegel, deren Spitzen im Dreieck enthalten sind.
Die Direktion
Das, was wir gewöhnlich eine gekrümmte Fläche nennen, kann man als Verband einer sehr großen Zahl von Mikrokegeln ansehen.
Man kann auch Negakone unter sich oder Posikone und Negakone zusammenfügen. In diesen Fällen beträgt die Winkelsumme im Dreieck 180° vermehrt um die Krümmung, die es enthält.

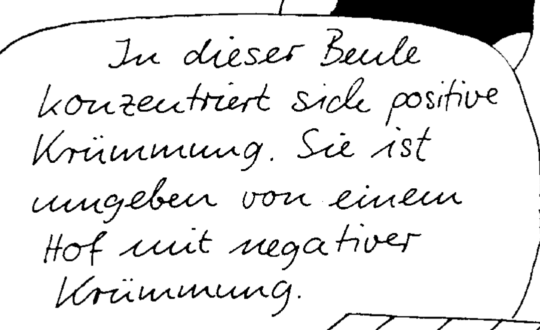

FLICKWERK
Sophie, was passiert wenn ich Negakone zusammenfüge?
Zum Beispiel Negakone mit $\Theta = -180°$. Sie sind Hexaorthogone, das heißt Sechsecke mit sechs rechten Winkeln.
Vier Negakone ergeben dieses Gebilde.
Vereinigt man zwanzig davon, so erhält man diesen Körper mit negativ gekrümmter Oberfläche. Er entspricht einem Dodekaeder, in dem sich an jeder der zwanzig Ecken ein Gebilde aus vier Negakonen befindet.

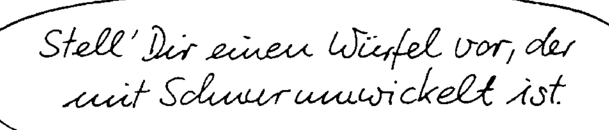


Das ist dasselbe Objekt, nur ist die negative Krümmung seiner Oberfläche hier besser zu erkennen. Es besteht aus achtzig Hexaorthogonen.
Gewissermaßen ein Achtzigflächner.
Sieht aus wie ein Stück einer dodekaedrischen Wirbelsäule.
Wären Sie Plattenleger und würden Sie hexaorthogonale Fliesen benutzen, so bekämen Sie einen solchen Fußboden.
Haben Sie gehört, mein Lieber, daß man durch Veränderung der Gene einer Schnecke, ihr Haus auf eine gewisse Weise...
??
Abscheulich!
Dieses Beispiel zeigt, wie die Verteilung der Krümmung die Gestalt der Gegenstände bestimmt.

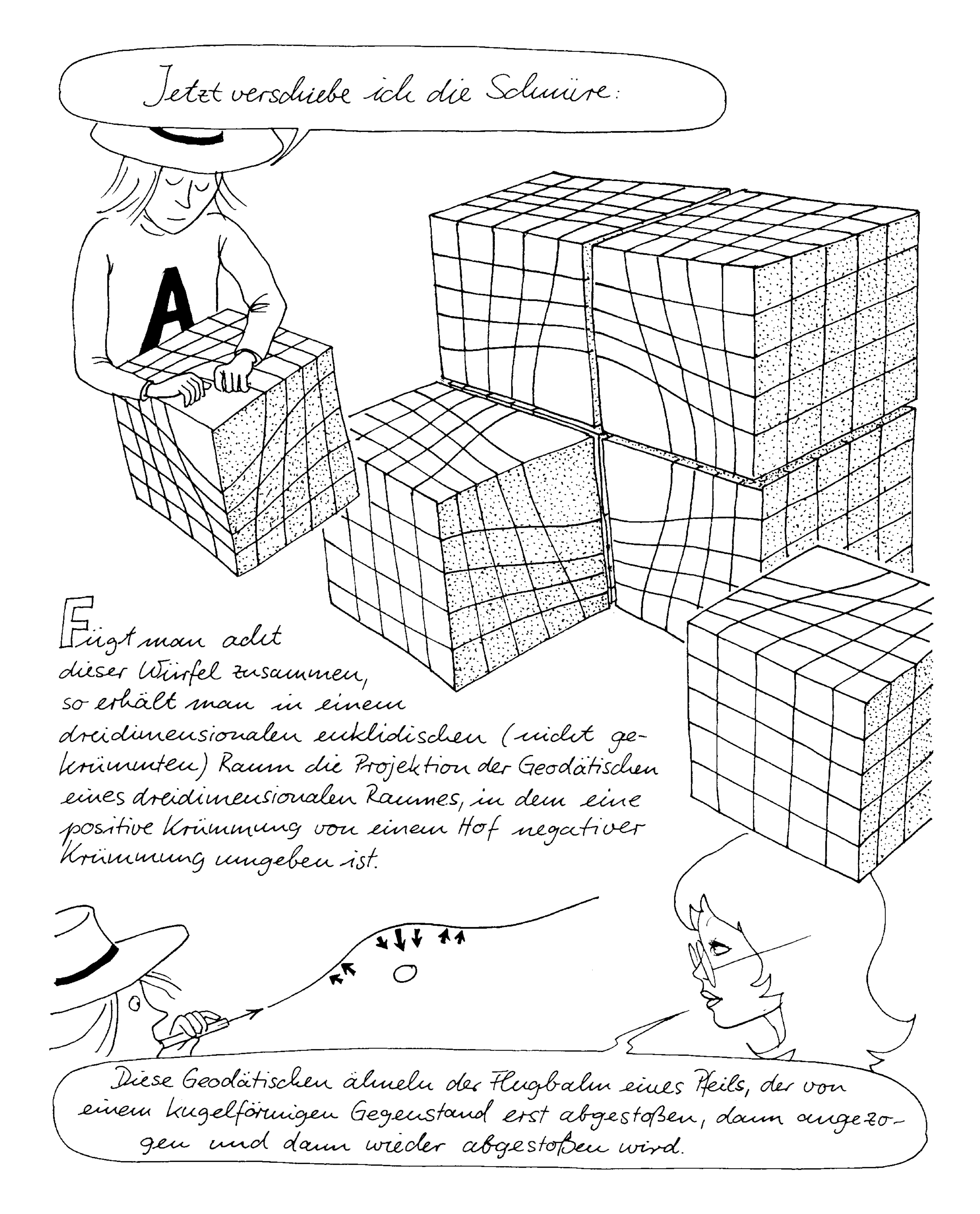
DREI DIMENSIONEN

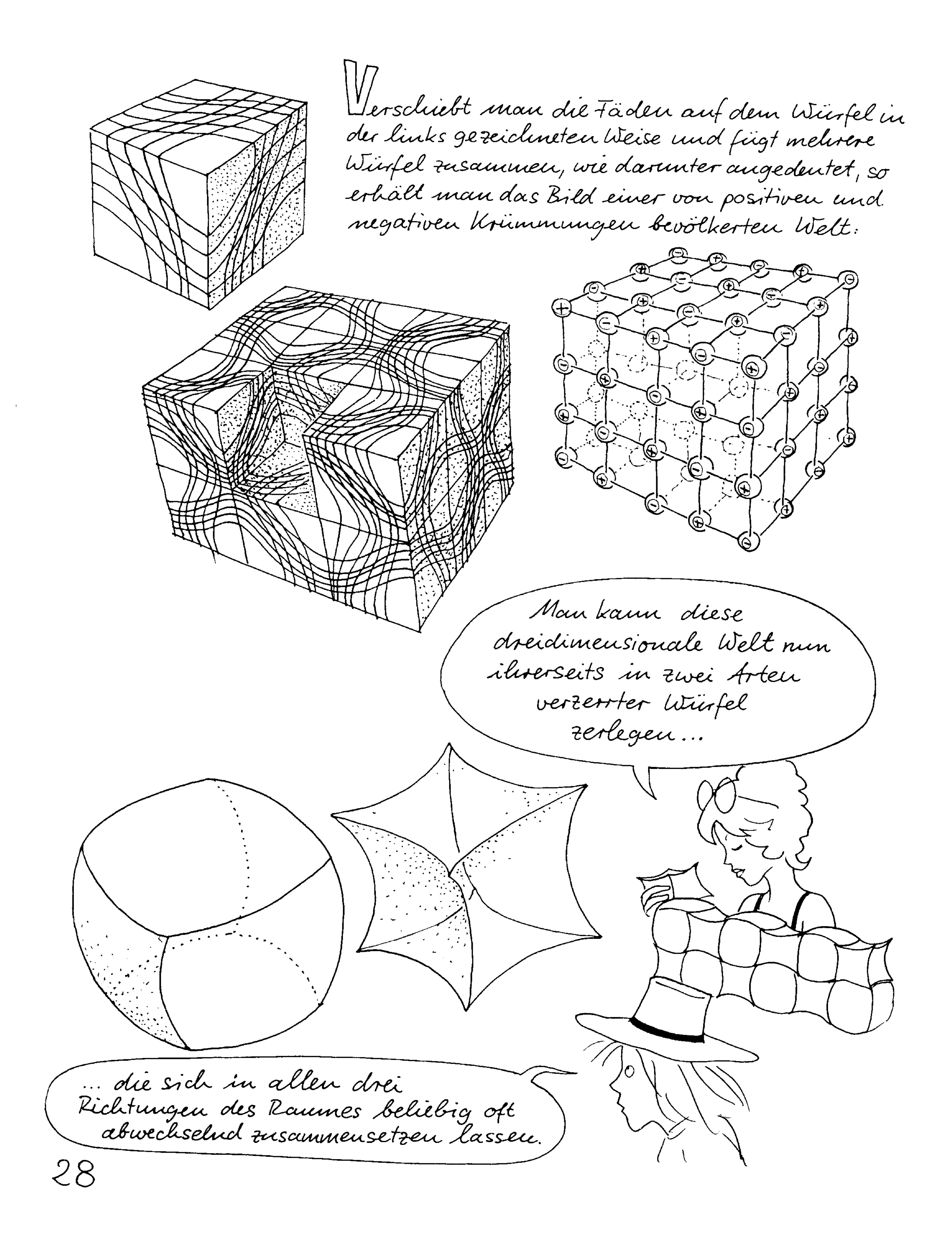








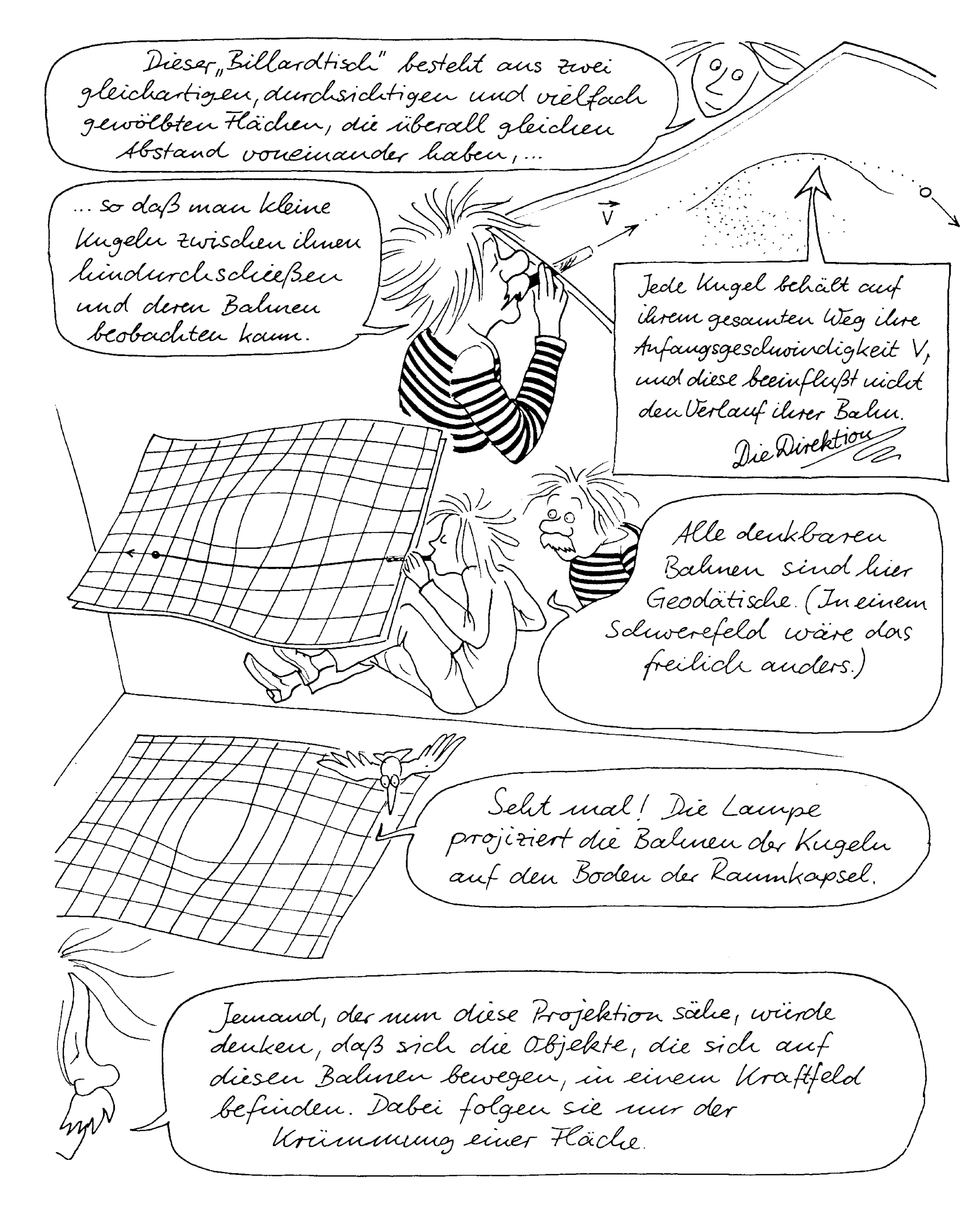

Jetzt verschiebe ich die Schnüre:
Fügt man acht dieser Würfel zusammen, so erhält man in einem dreidimensionalen euklidischen (nicht gekrümmten) Raum die Projektion der Geodätischen eines dreidimensionalen Raumes, in dem eine positive Krümmung von einem Hof negativer Krümmung umgeben ist.
Diese Geodätischen ähneln der Flugbahn eines Pfeils, der von einem kugelförmigen Gegenstand erst abgestoßen, dann angezogen und dann wieder abgestoßen wird.


Verschiebt man die Fäden auf dem Würfel in der links gezeichneten Weise und fügt mehrere Würfel zusammen, wie darunter angedeutet, so erhält man das Bild einer von positiven und negativen Krümmungen bevölkerten Welt:
Man kann diese dreidimensionale Welt nun ihrerseits in zwei Arten verzerrter Würfel zerlegen ...
... die sich in allen drei Richtungen des Raumes beliebig oft abwechselnd zusammensetzen lassen.

PROJEKTIONEN




Verstehe ich Sie recht, Herr Albert, daß die durch Kräfte bedingten Krümmungen einer Bahn dadurch entstehen, daß wir eine auf einer anderen Fläche gezogene Bahn, die dort eine Geodätische ist, in unsere wahrnehmbare Welt projizieren?
Schon wieder diese Metaphysik!
Aber nein, das ist Geometrie.
Ich werde Dir ein Beispiel geben. Stell Dir vor, wir befänden uns in einer Raumkapsel auf einer Umlaufbahn um die Erde.
Wir spüren dann so gut wie keine Schwere.
Wie schrecklich!
Hilfe!
Nun wollen wir eine Art Billard spielen.



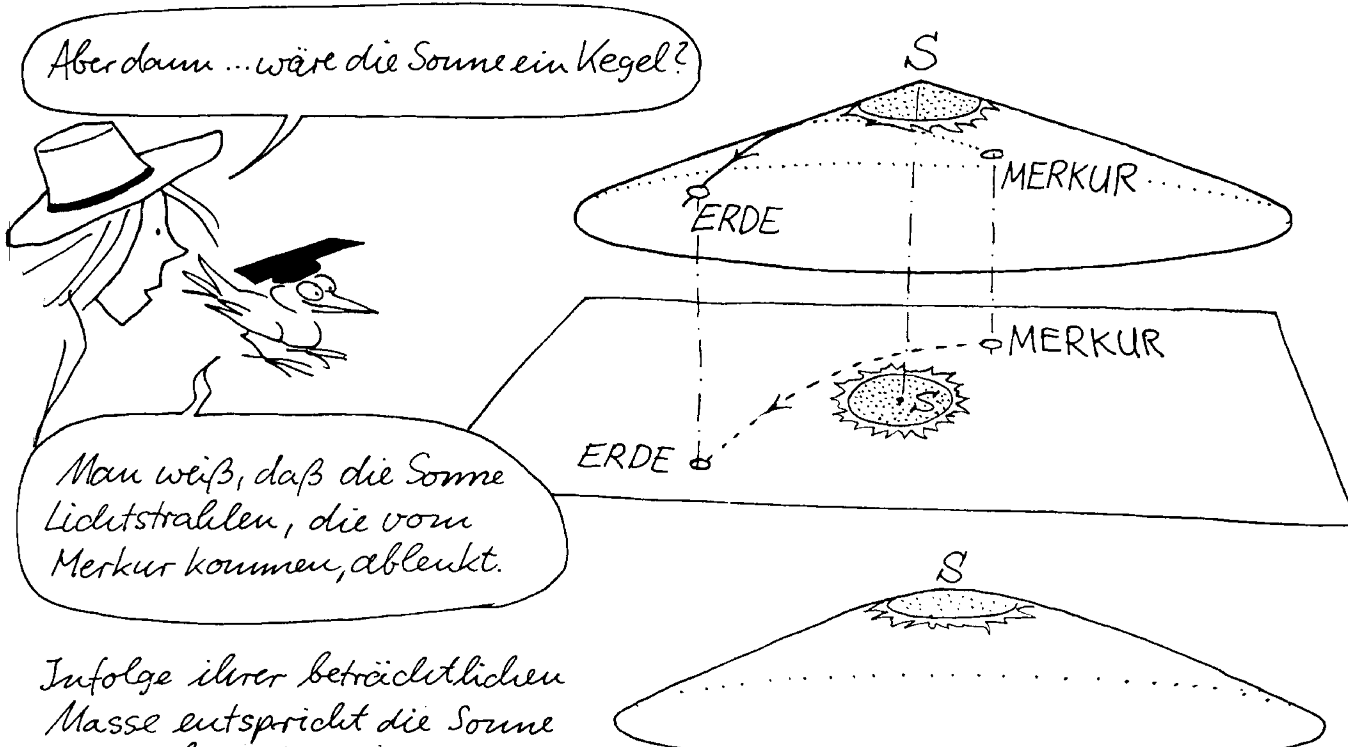
Dieser „Billardtisch" besteht aus zwei gleichartigen, durchsichtigen und vielfach gewölbten Flächen, die überall gleichen Abstand voneinander haben, ...
... so daß man kleine Kugeln zwischen ihnen hindurchschießen und deren Bahnen beobachten kann.
V
Jede Kugel behält auf ihrem gesamten Weg ihre Anfangsgeschwindigkeit V, und diese beeinflußt nicht den Verlauf ihrer Bahn. Die Direktion
Alle denkbaren Bahnen sind hier Geodätische. (In einem Schwerefeld wäre das freilich anders.)
Seht mal! Die Lampe projiziert die Bahnen der Kugeln auf den Boden der Raumkapsel.
Jemand, der nur diese Projektion sähe, würde denken, daß sich die Objekte, die sich auf diesen Bahnen bewegen, in einem Kraftfeld befinden. Dabei folgen sie nur der Krümmung einer Fläche.


Wenn ich die Bahn eines Kometen um die Sonne beobachte und annehme, daß sich der Komet in einem nicht gekrümmten dreidimensionalen euklidischen Raum bewegt, so kann ich mir auch vorstellen, daß der Komet in einem entsprechend gestalteten Raum einer Geodätischen folgt, das heißt, daß er immer nur geradeaus fliegt.
Man sieht immer nur die Schatten der Dinge.
Das ist sehr platonisch, was Sie da sagen, mein Lieber.
Man kann eben nur geradeaus gehen!
Auch das Licht folgt immer einer Geodätischen.
Ach wie lustig! Diese Geodätischen sehen ganz anders aus, wenn man sie unter einem anderen Winkel projiziert.
Tiresias!

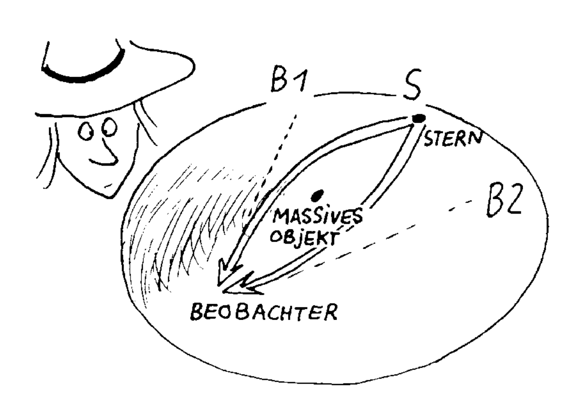




MASSE UND MATERIE



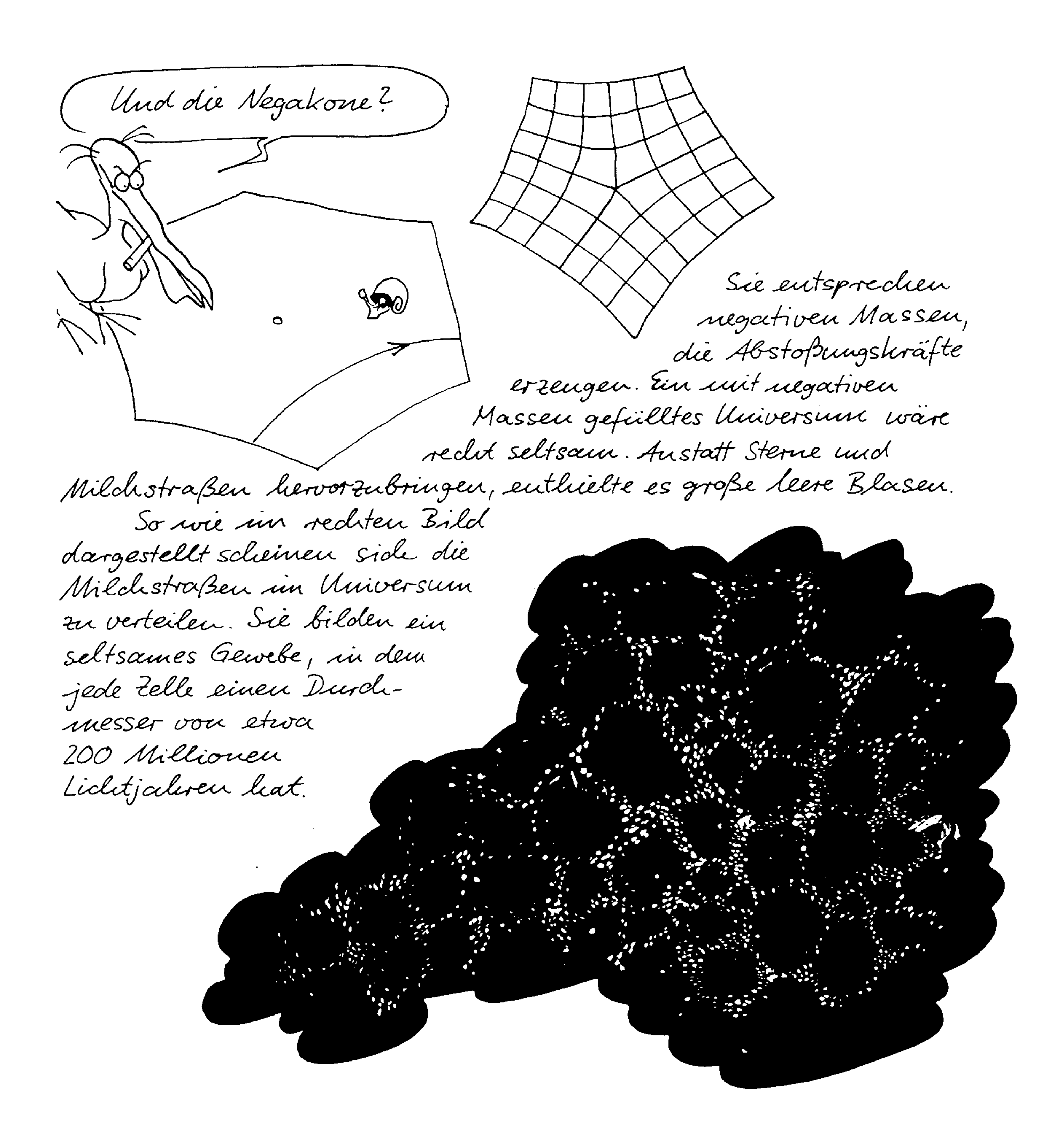
Infolge ihrer beträchtlichen Masse entspricht die Sonne einer beträchtlichen Krümmungsmenge. Da die Sonne andererseits keine punktförmige Masse ist, müssen wir den Raum in ihrer Nachbarschaft als einen stumpfen Kegel darstellen.



Sehr massive Objekte können den Raum derart krümmen, daß ein Beobachter von einem Stern S zwei Bilder, B1 und B2, empfängt. Man bezeichnet das massive Objekt dann als Gravitationslinse.

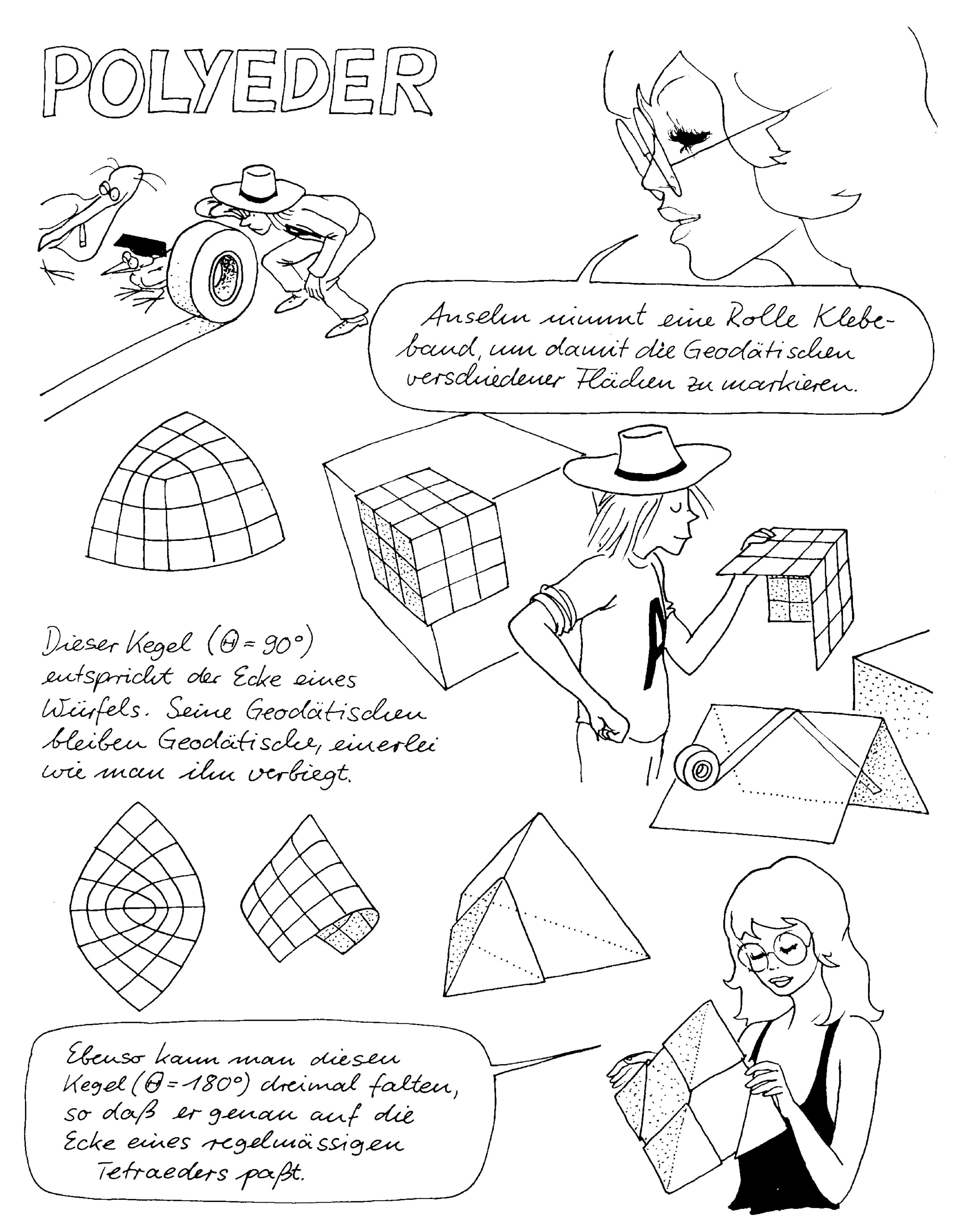


Die Massen der Atome begründen die allgemeine Krümmung des Universums, das heißt...
... man gibt der Masse eine geometrische Bedeutung.
Aber zwischen den Atomen ist der Raum doch wohl leer?
Oder ich verstehe überhaupt nichts mehr.
Aber nein, lieber Freund, der alte Gegensatz zwischen Materie und leerem Raum ist völlig überholt. Es gibt nur noch die Geometrie.
Nur noch die Geometrie?



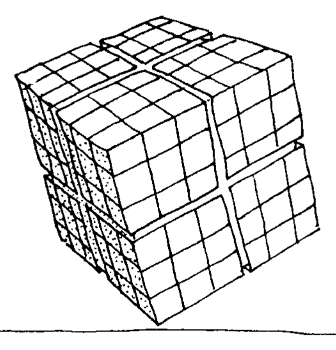
Auf sehr große Entfernungen könnten sich die Schwerkräfte in diesem Gewebe als abstoßend erweisen.

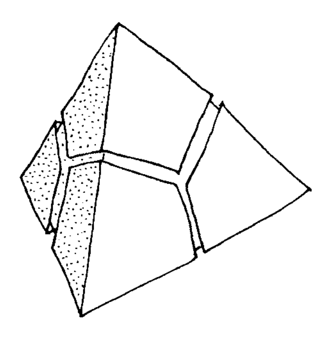
POLYEDER

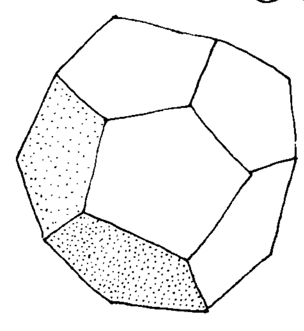


Anselm nimmt eine Rolle Klebeband, um damit die Geodätischen verschiedener Flächen zu markieren.
Dieser Kegel (Θ = 90°) entspricht der Ecke eines Würfels. Seine Geodätischen bleiben Geodätische, einerlei wie man ihn verbiegt.
Ebenso kann man diesen Kegel (Θ = 180°) dreimal falten, so daß er genau auf die Ecke eines regelmässigen Tetraeders paßt.

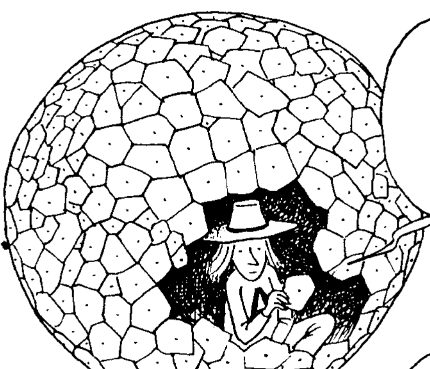
EIN RAUM MUß OFFEN ODER GESCHLOSSEN SEIN







Acht Kegel mit $\theta = 90°$ ergeben einen Würfel. $90° \times 8 = 720°$	Vier Kegel mit $\theta = 180°$ ergeben ein Tetraeder $180° \times 4 = 720°$	Zwanzig Kegel mit $\theta = 36°$ ergeben ein Dodekaeder $20 \times 36° = 720°$



Auf einer Kugel ist die Krümmung gleichmäßig verteilt. Daher ist die Winkelsumme eines Dreiecks, das man auf eine Kugel zeichnet, gleich 180° + (720° × s/S), wobei s die Fläche des Dreiecks und S die Oberfläche der Kugel ist. Das Glied (720° × s/S) gibt die Krümmungsmenge im Dreieck an.

Die Direktion (*)

s

Dieses Dreieck belegt ein Achtel der Kugelfläche.
$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180° + (720°/8) = 270°$

Sehr hübsch!

Aus ähnlichen Gründen muß unser dreidimensionaler Raum geschlossen sein, wenn seine mittlere Dichte (das heißt die Krümmungsmenge pro Volumeneinheit) 10^{-29} Gramm pro Kubikzentimeter übersteigt.

Sagen Sie, Herr Albert, wie groß ist die gesamte Krümmung eines Torus?

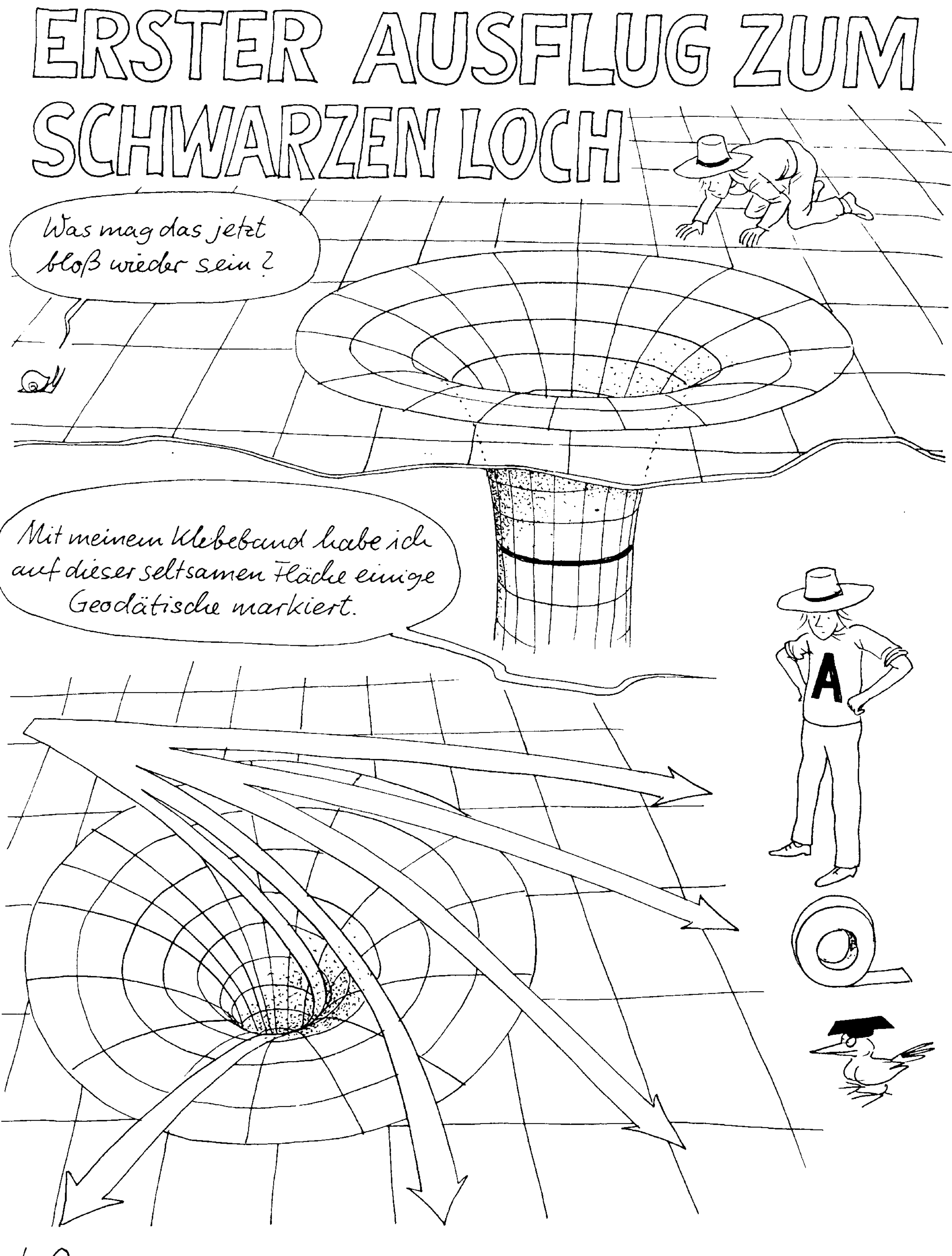
Ganz einfach, Anselm. Du brauchst ihn nur aus acht Posikonen mit $\theta = 90°$ und acht Negakonen mit $\theta = -90°$ zusammensetzen:

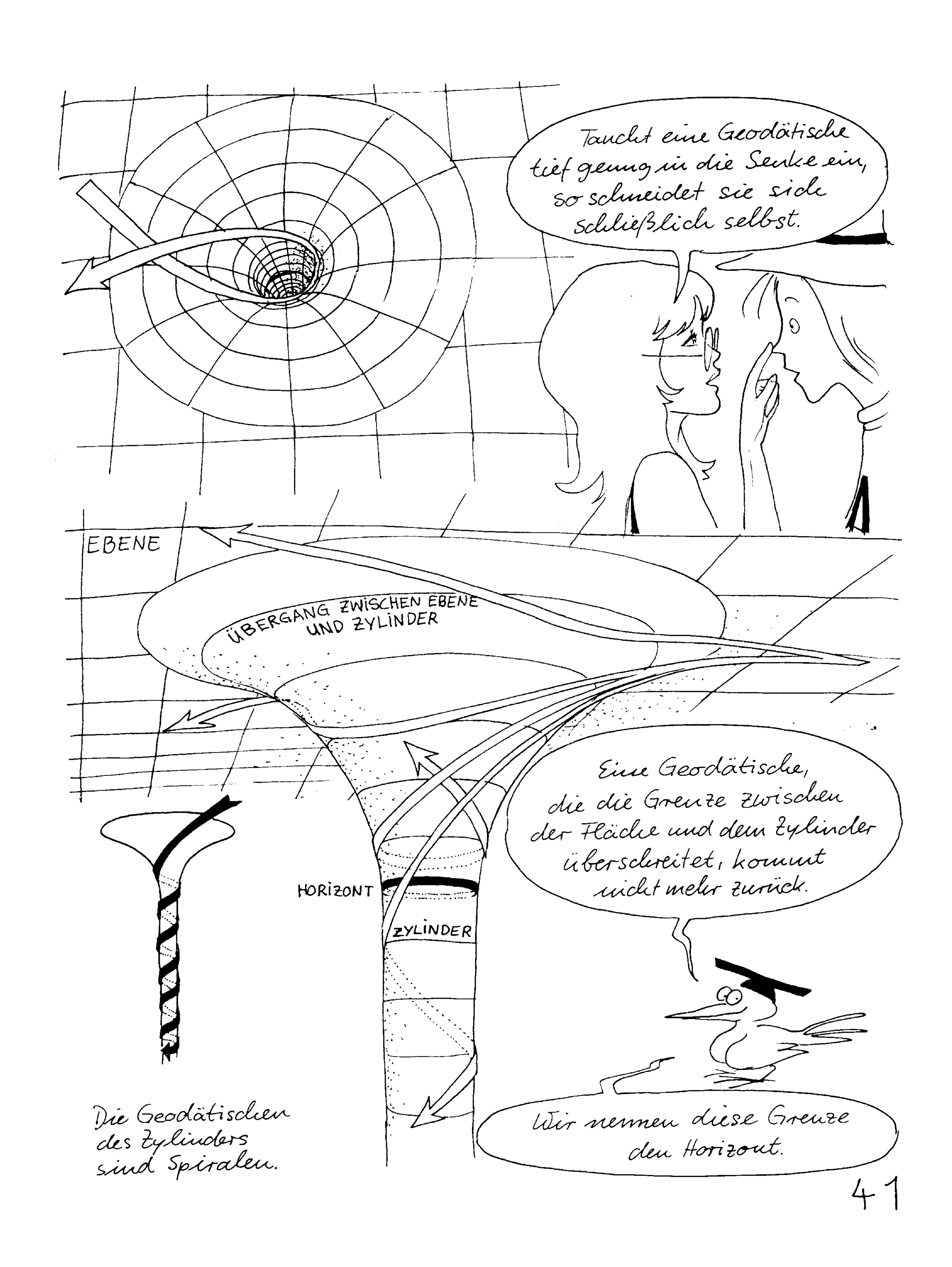
(*) Ein Lehrsatz, den wir Gauß verdanken.

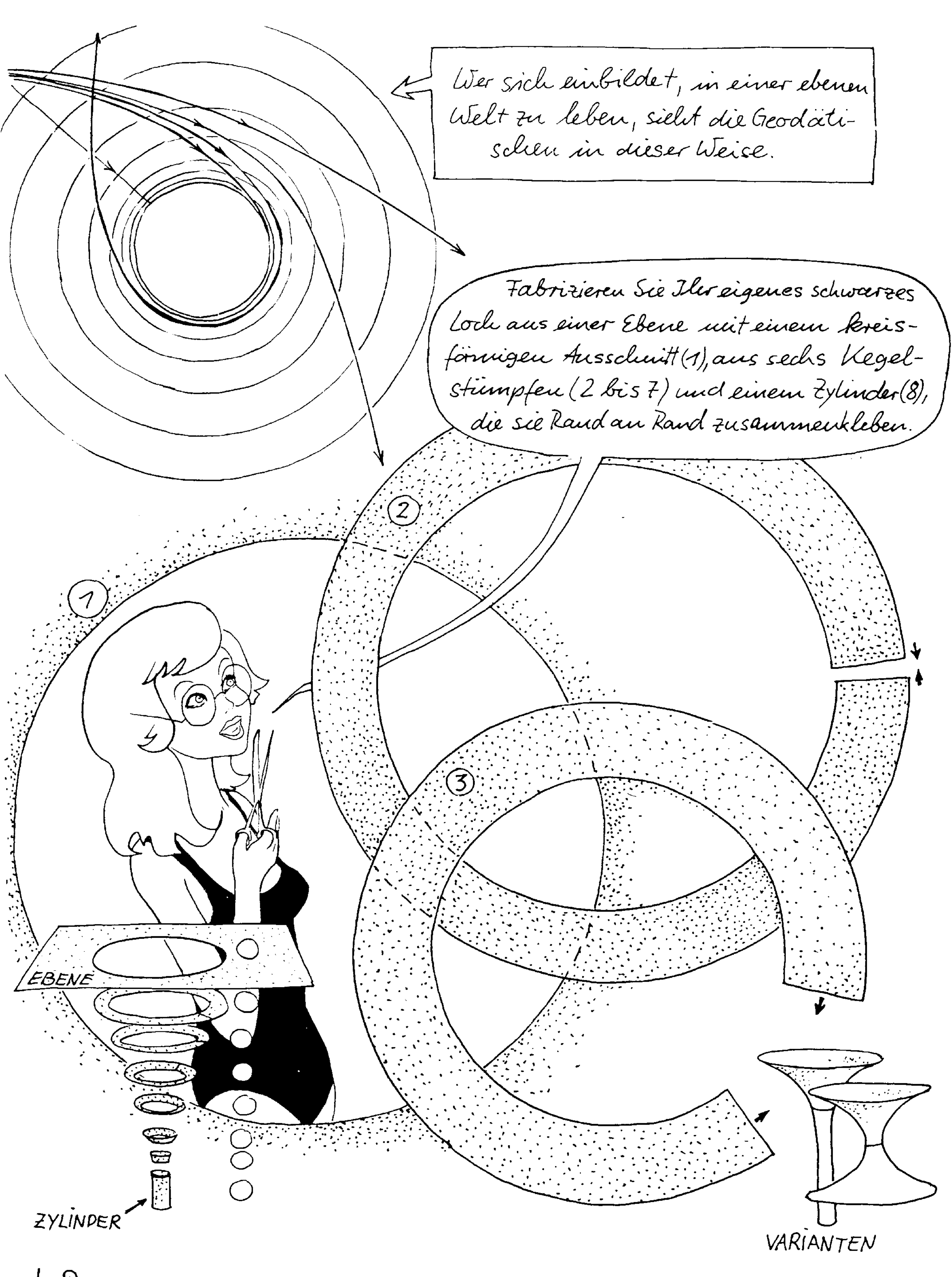


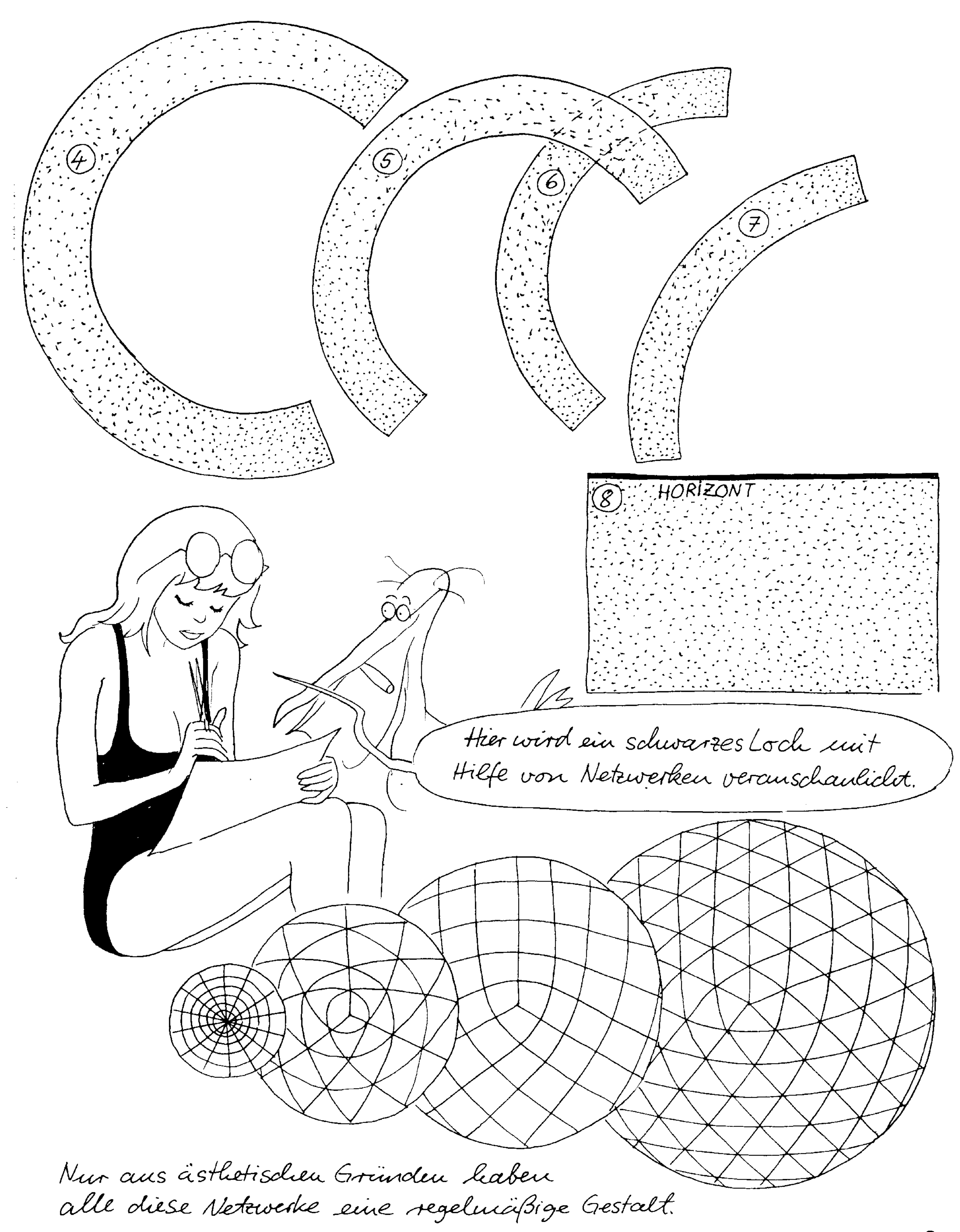
(*) Eine FOUGASSE ist ein Brot, das man in Südfrankreich (dort, wo der Autor wohnt) bäckt.

ERSTER AUSFLUG ZUM SCHWARZEN LOCH

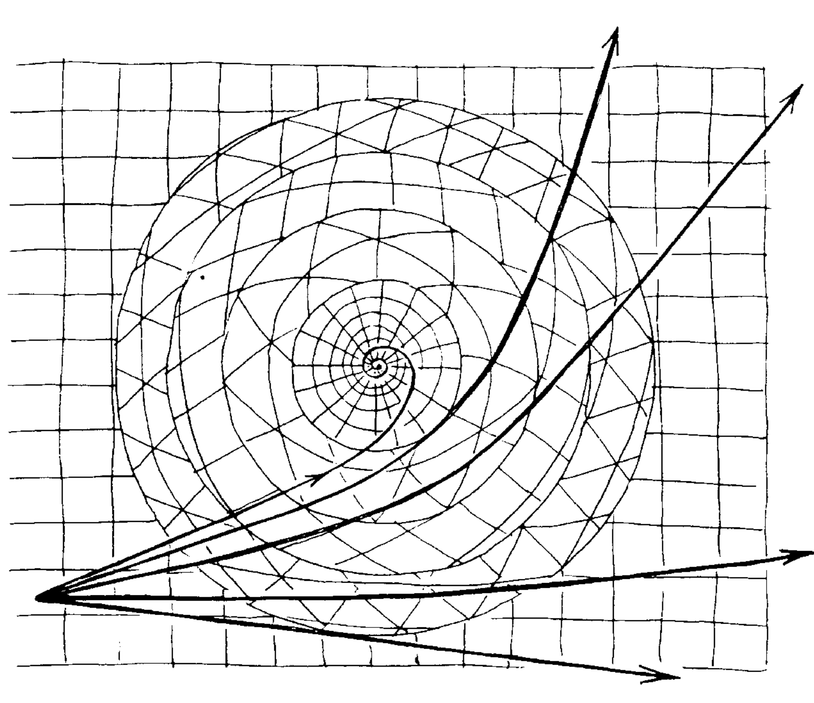



Taucht eine Geodätische tief genug in die Senke ein, so schneidet sie sich schließlich selbst.
EBENE
ÜBERGANG ZWISCHEN EBENE UND ZYLINDER
Eine Geodätische, die die Grenze zwischen der Fläche und dem Zylinder überschreitet, kommt nicht mehr zurück.
HORIZONT
ZYLINDER
Die Geodätischen des Zylinders sind Spiralen.
Wir nennen diese Grenze den Horizont.


Wer sich einbildet, in einer ebenen Welt zu leben, sieht die Geodätischen in dieser Weise.
Fabrizieren Sie Ihr eigenes schwarzes Loch aus einer Ebene mit einem kreisförmigen Ausschnitt (1), aus sechs Kegelstümpfen (2 bis 7) und einem Zylinder (8), die sie Rand an Rand zusammenkleben.
1
2
3
EBENE
ZYLINDER
VARIANTEN

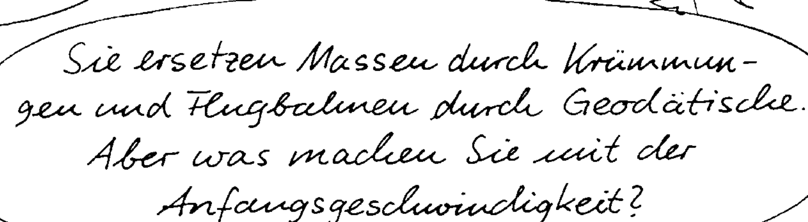


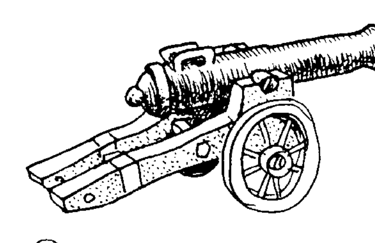
Nur aus ästhetischen Gründen haben alle diese Netzwerke eine regelmäßige Gestalt.



Die Spielregel besteht darin, aufeinanderfolgende Netze jeweils unter demselben Winkel zu schneiden und beim Übergang von einem Netz zum anderen die Richtung des Pfeils entsprechend zu ändern. Je mehr man sich dem schwarzen Loch nähert, desto mehr macht sich seine Anziehung bemerkbar. Jenseits des Horizontes dreht sich die Bahn spiralförmig nach unten. Man beachte, daß das zentrale Netzwerk aus Geodätischen des Zylinders besteht.

Ich habe das Gefühl, daß an Ihrer Geschichte etwas faul ist.



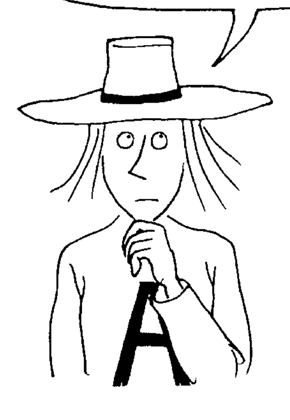




Die Flugbahn eines Objektes in einem Schwerefeld hängt von seiner Anfangsgeschwindigkeit V_0 ab.

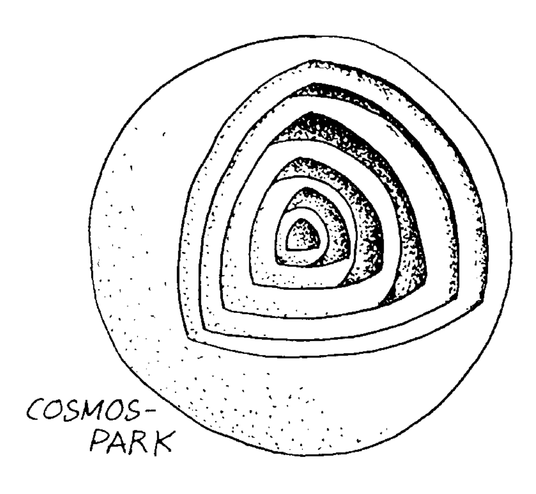
Zum Beispiel die Bahn einer Kanonenkugel unter dem Einfluß der Erdanziehung.

Dann entsprechen alle Zeichnungen die wir soeben gesehen haben, derselben Anfangsgeschwindigkeit V_0?

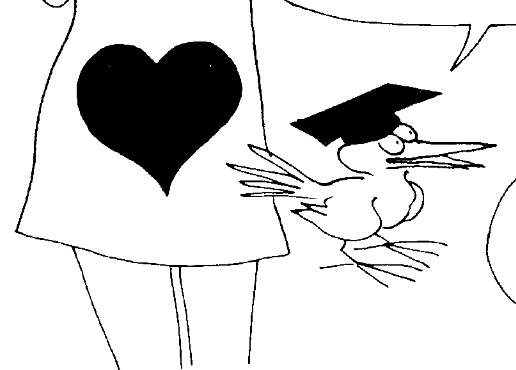


AUF TAUCHFAHRT

Wir wollen uns eine Welt vorstellen, die wie eine Zwiebel gebaut ist, die also aus lauter konzentrischen Schichten besteht. (*)



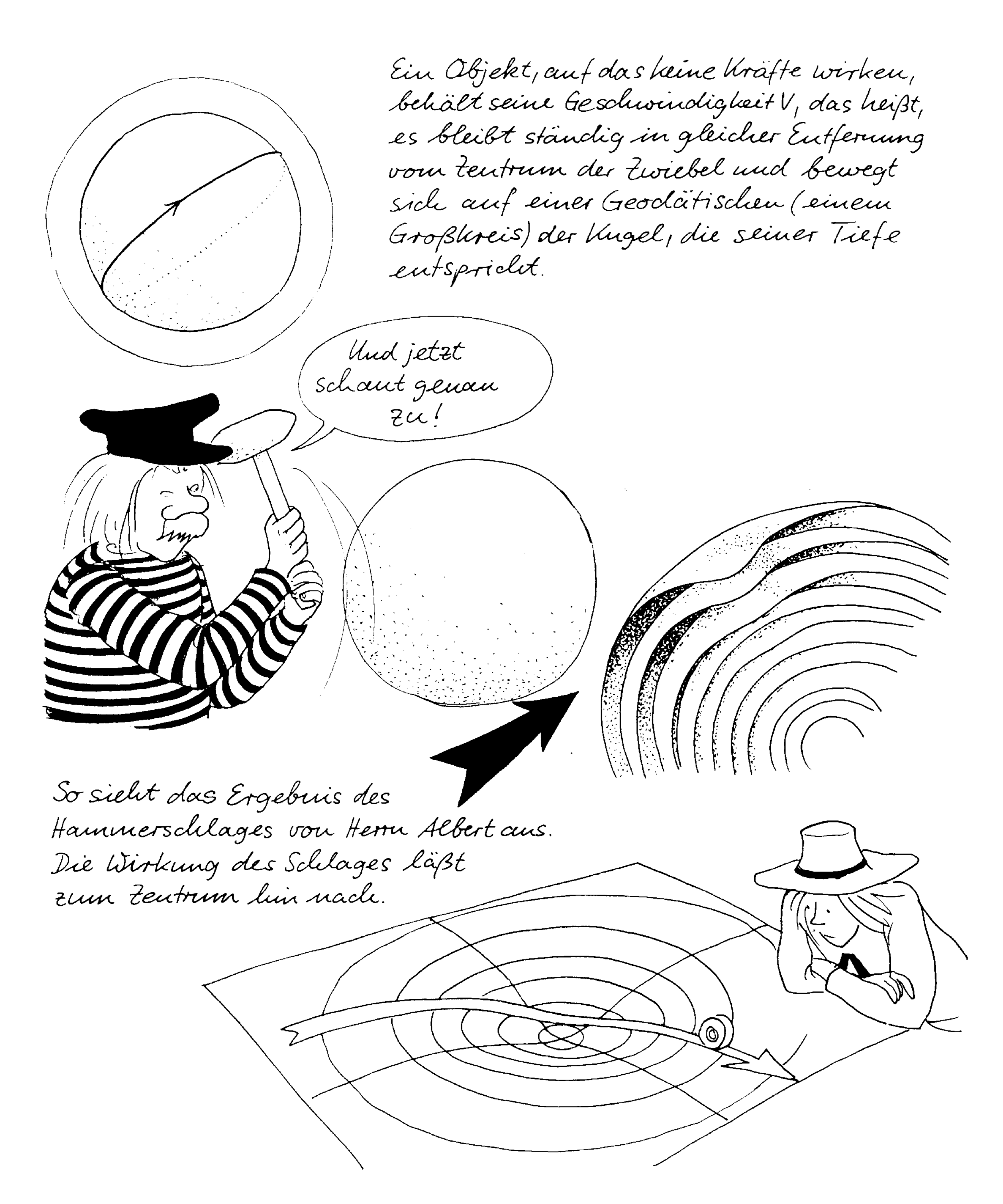
Jede Schicht entspricht einer Geschwindigkeit V, und je tiefer die Schicht liegt, umso größer ist V.



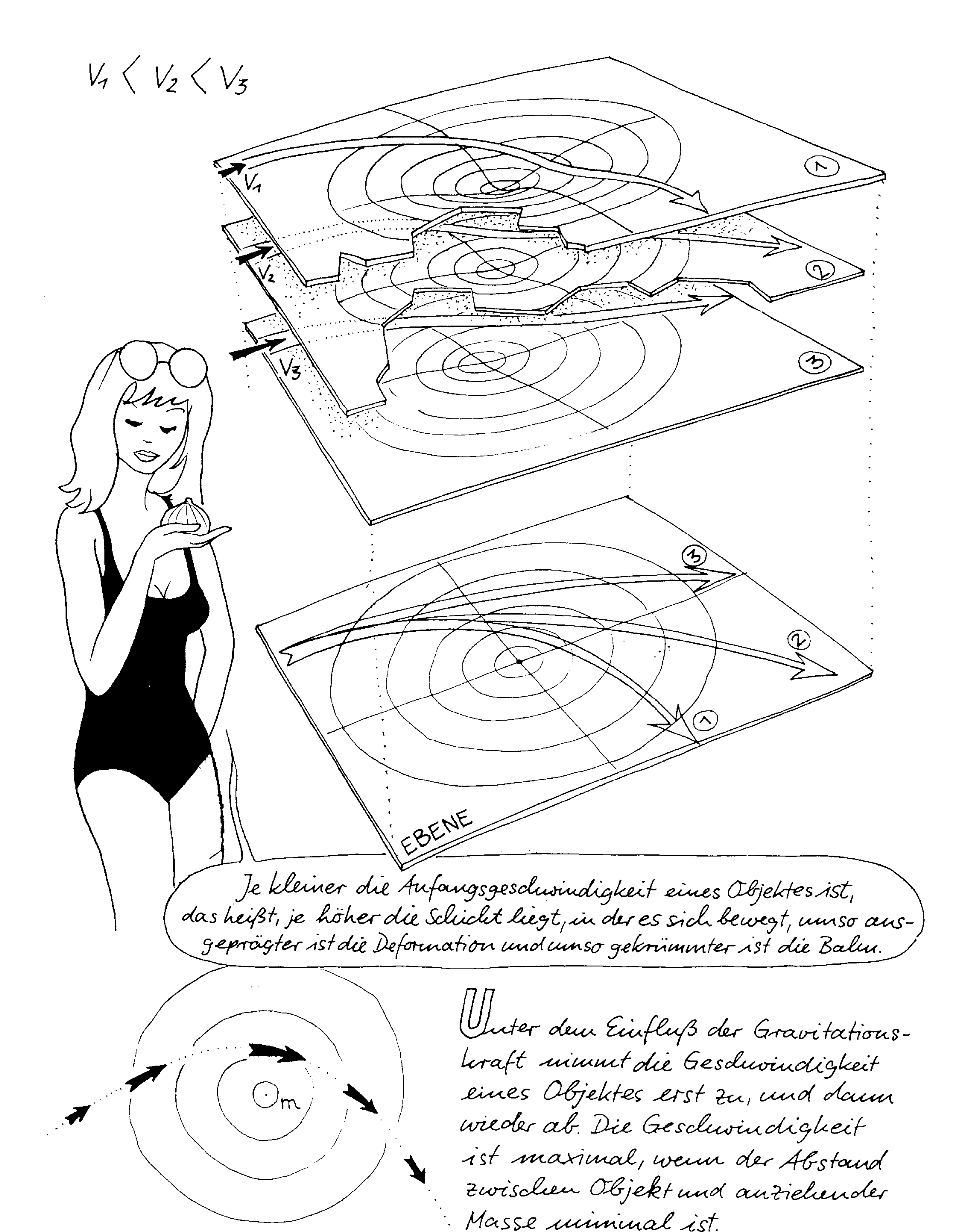
Im Zentrum der Zwiebel herrscht Lichtgeschwindigkeit.



(*) Man findet dieses Modell unter dem Namen Cosmos-Park in dem Buch „ALLES IST RELATIV" vom gleichen Autor im gleichen Verlag.



In der Fläche befindet sich eine Vertiefung. Die konzentrischen Kreise sind die Höhenlinien, und der Pfeil entspricht einer Geodätischen.



Unter dem Einfluß der Gravitationskraft nimmt die Geschwindigkeit eines Objektes erst zu, und dann wieder ab. Die Geschwindigkeit ist maximal, wenn der Abstand zwischen Objekt und anziehender Masse minimal ist.


Was ist das für ein merkwürdiges Gefährt?
Es ist ein CHRONOSKAPH.
Mit ihm können wir im Cosmos-Park den Geodätischen folgen.
Aber warum sollen wir uns im Chronoskaph einsperren?
Der gesamte Cosmos-Park schwimmt in einem Fluid, dem Chronol.
Da werde ich niemals einsteigen!
Die Bahn des Chronoskaph heißt Schicksal.



(*) Amtliche Mitteilung:

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagt, daß es unmöglich ist, auf den Geodätischen eines Zeit-Raums (des Cosmos-Parks) rückwärts zu fahren.

Die Direktion

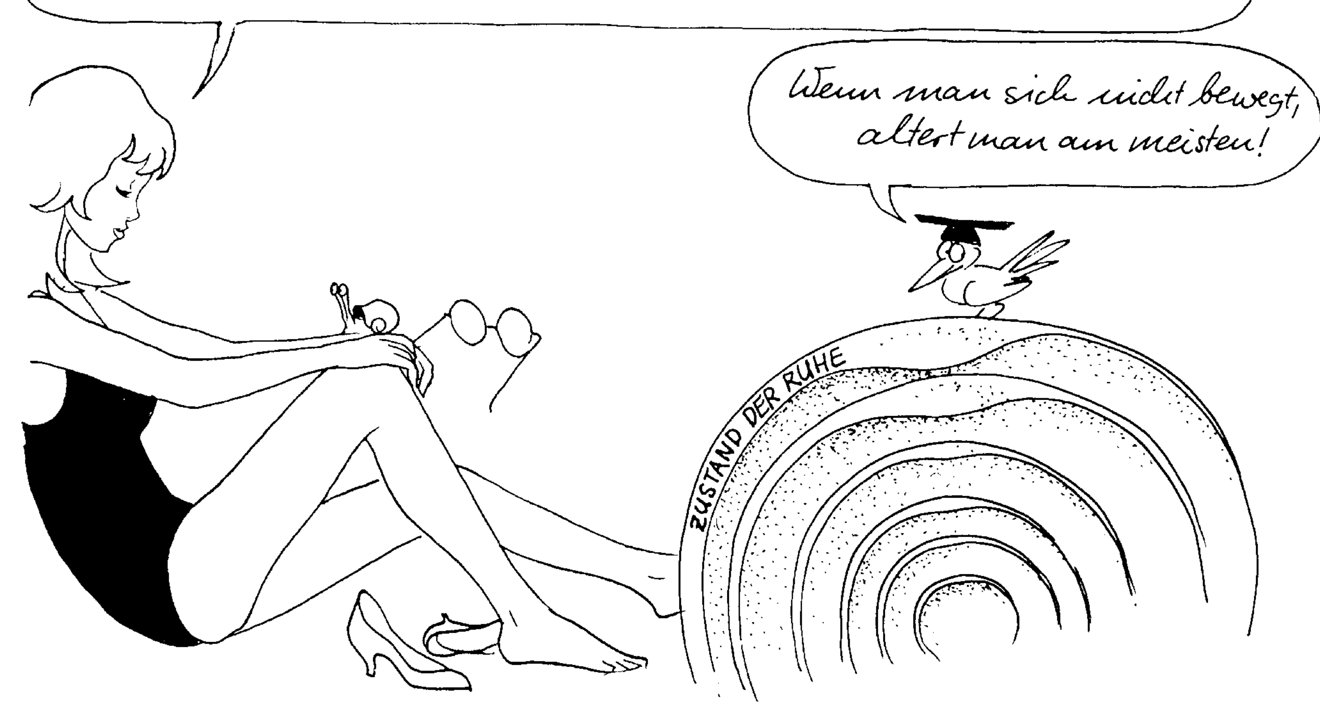
Da der Druck P_R größer ist als der Druck P_E, läuft das Chronol aus, und so kann man am Durchflußmesser ablesen, wie die Zeit vergeht.

Je tiefer man in das Chronol eintaucht, umso größer wird der Druck P_E. Da die Menge des ausfließenden Chronols proportional zur Differenz $(P_R - P_E)$ ist, vergeht die Zeit umso langsamer, je tiefer man taucht.

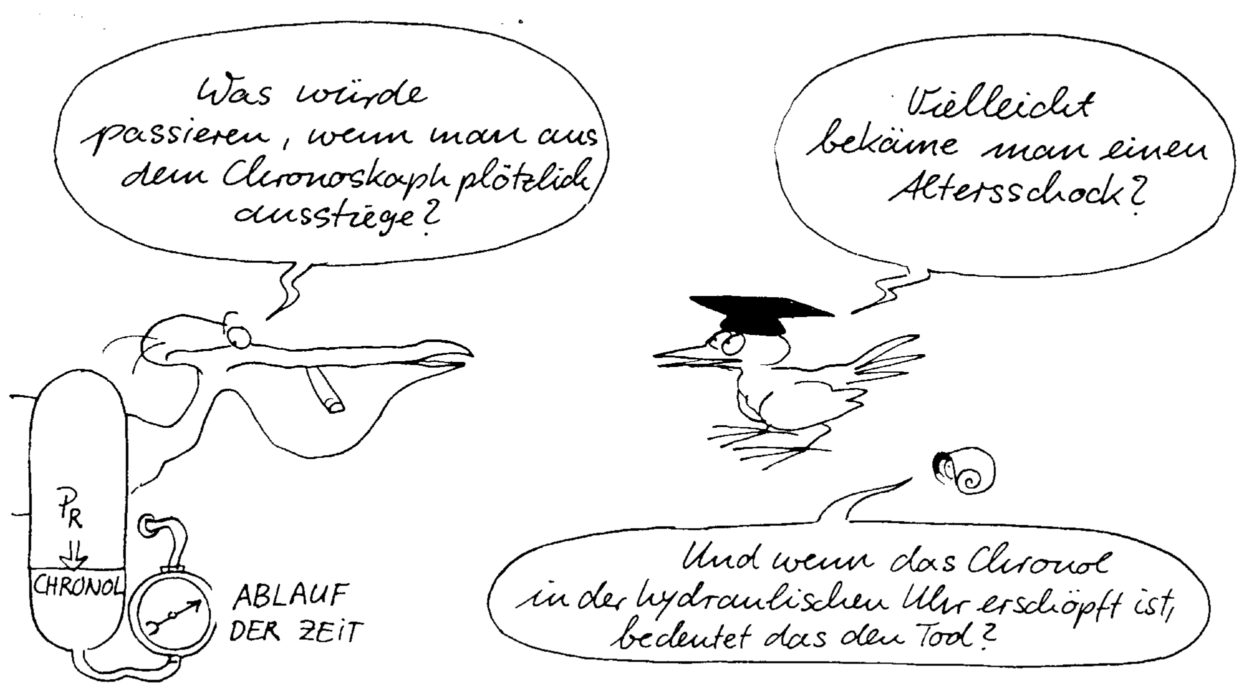
Mit der Tiefe wächst aber auch die Geschwindigkeit, das heißt, je schneller man fährt, umso langsamer vergeht die Zeit.

Und wenn man die Lichtgeschwindigkeit erreicht, ist P_E gleich P_R, und die Zeit erstarrt.

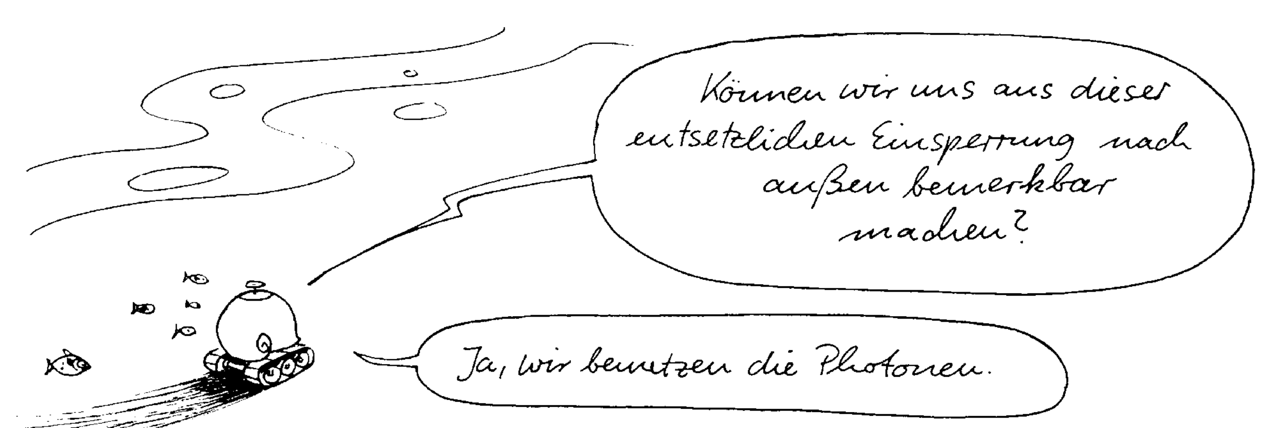
Tiefer als bis zum Zentrum des Cosmos-Parks kann man nicht tauchen, und schneller als mit Lichtgeschwindigkeit kann sich nichts bewegen.



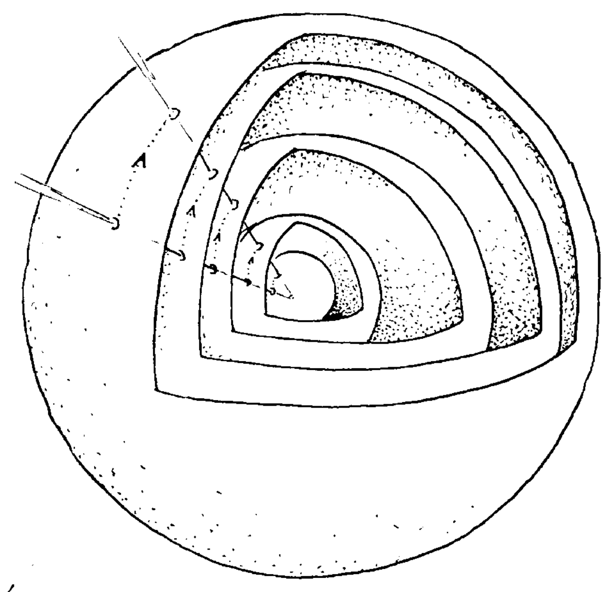
Je massereicher ein Objekt ist, umso stärker krümmt es den Zeit-Raum. Ein Gegenstand in der Nähe des Objekts befindet sich im Chronol bei höherem Druck, auch wenn er sich nicht bewegt. Für ihn vergeht die Zeit langsamer als für einen ebenfalls ruhenden Gegenstand, der weit von einer anziehenden Masse entfernt ist. Ein massereiches Objekt könnte beispielsweise ein Neutronenstern sein.

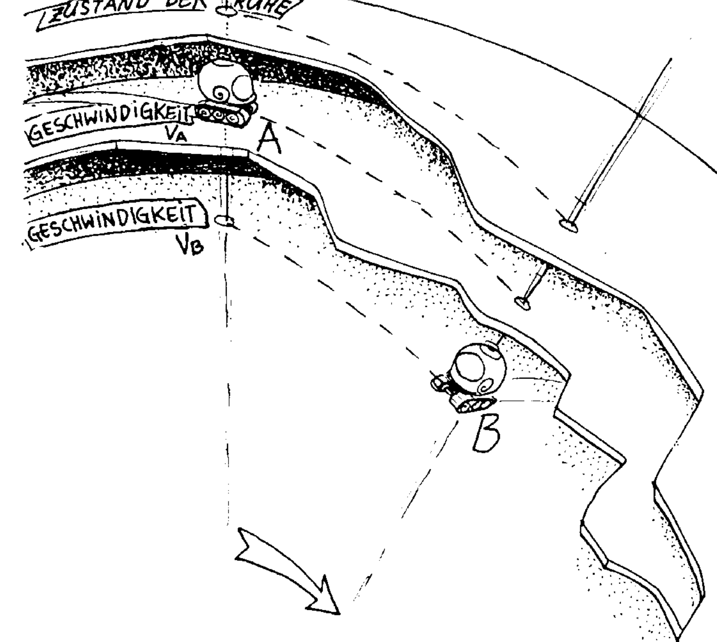


IN VERBINDUNG STEHEN

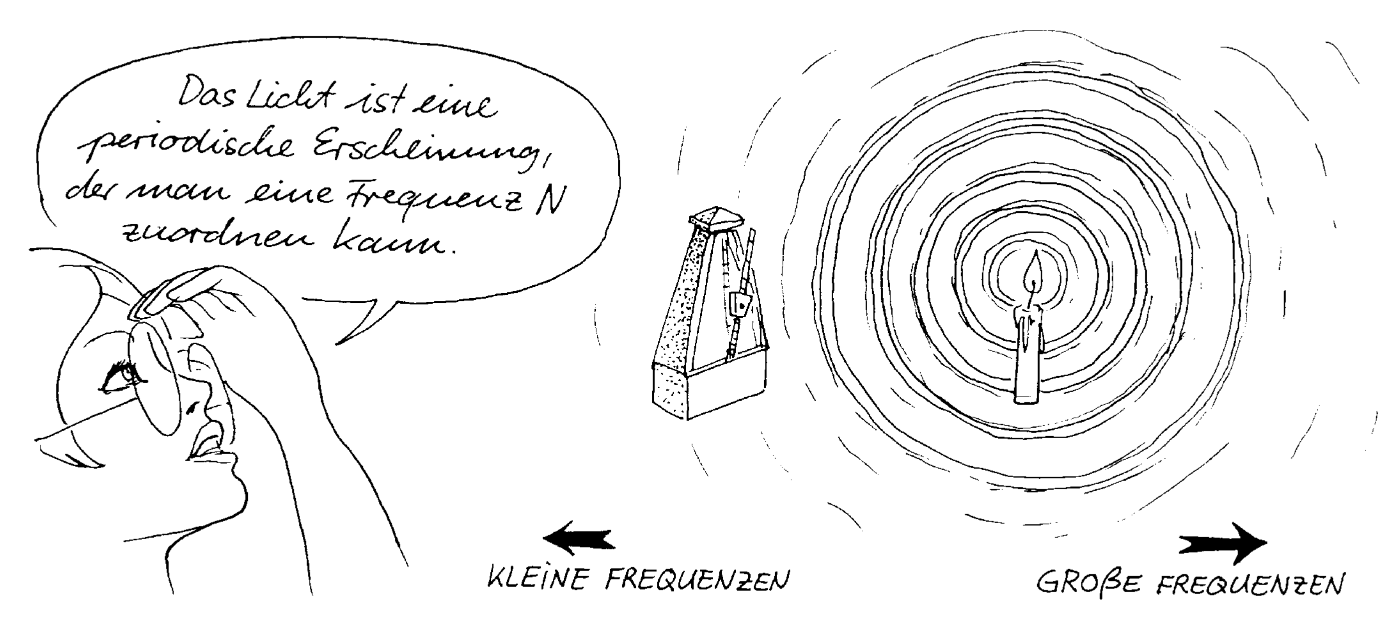


Die Photonen sind wie die Strahlen eines Leuchtturms, die mit konstanter Winkelgeschwindigkeit über alle Schichten des Cosmos-Parks streifen.



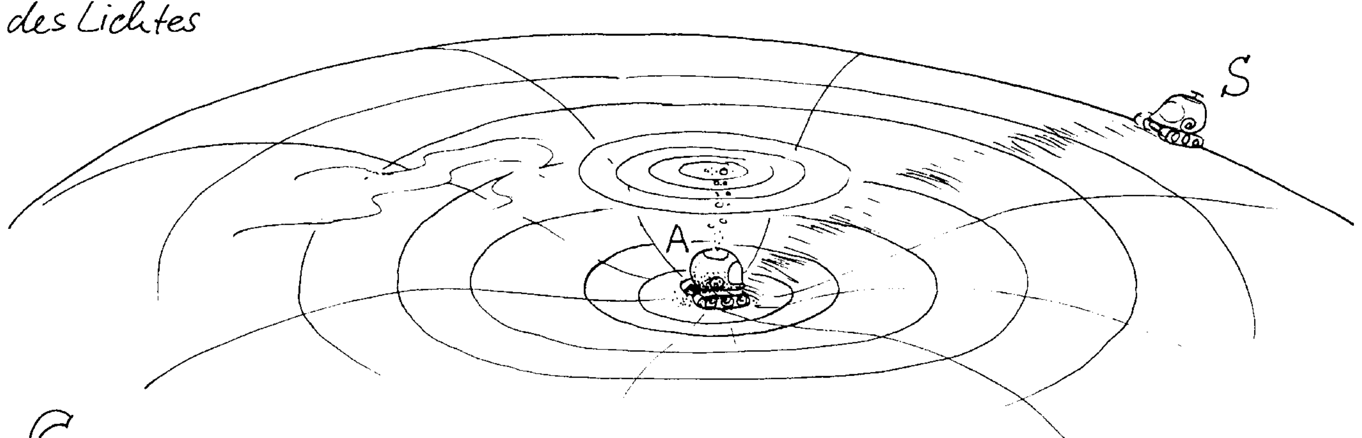


Ein Objekt A, das sich mit der Geschwindigkeit V_A bewegt, kann dafür sorgen, daß sich ein Lichtstrahl in Richtung eines Objektes B bewegt, das seinerseits die Geschwindigkeit V_B hat.



INFRAROT, ROT, ORANGE, GELB, GRÜN, BLAU, VIOLETT, ULTRAVIOLETT

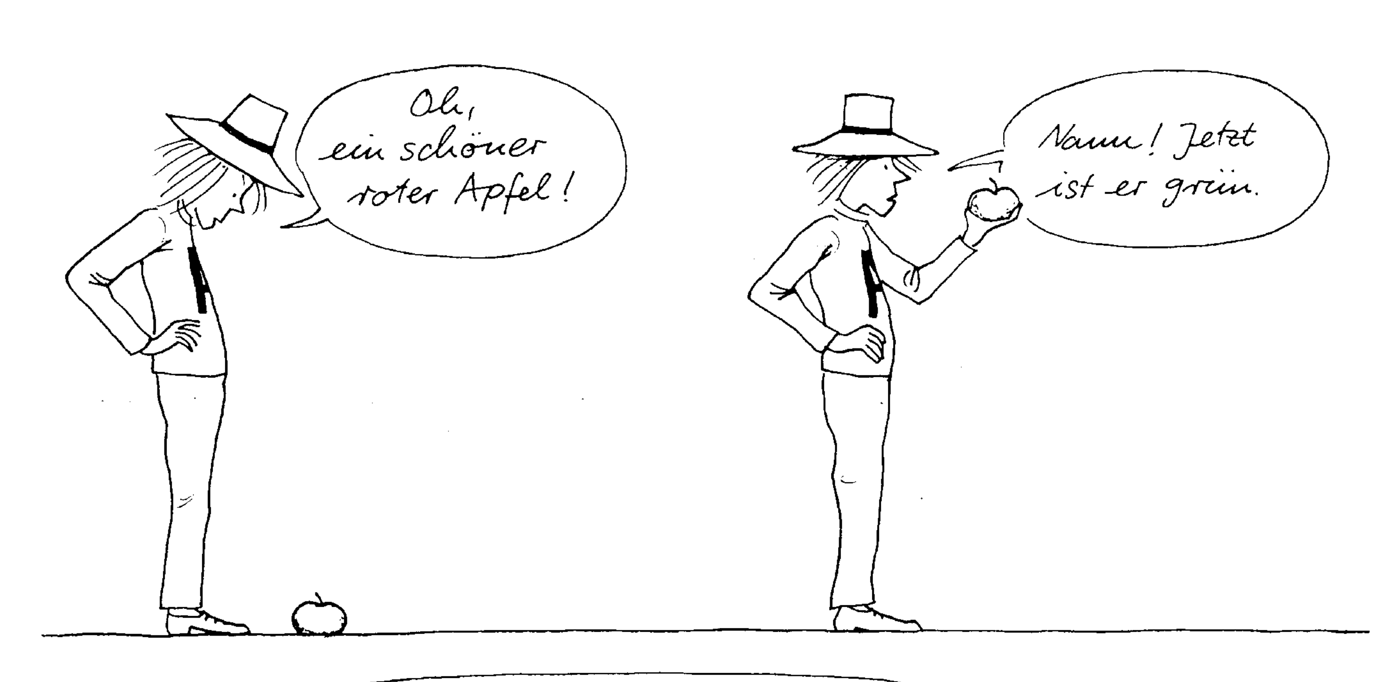
Die Frequenz bestimmt die Farbe des Lichtes



Sender und Empfänger messen die Frequenzen, die sie ausstrahlen oder empfangen in Bezug auf die Zeit, die in ihren Chronoskaphen vergeht. Im Chronoskaph A sendet Anselm blaues Licht aus. Er befindet sich in einer Gegend des Raumes, in der eine starke Krümmung herrscht, beispielsweise in der Nähe eines Neutronensterns.

Sophie empfängt dieses Licht im Chronoskaph S. Sie ist weit vom Neutronenstern entfernt, das heißt, ihre Zeit vergeht schneller. Daher ist die Frequenz des von Anselm ausgesandten Lichtes für sie kleiner, und die Farbe des Lichtes ist nach rot verschoben. Die Ursache dieser Rotverschiebung ist die Gravitation.

Anselm befindet sich hier auf einem Neutronenstern. Wir haben ihn von den Zwängen der Schwerkraft befreit, weil er sonst augenblicklich durch sein eigenes Gewicht erdrückt würde.

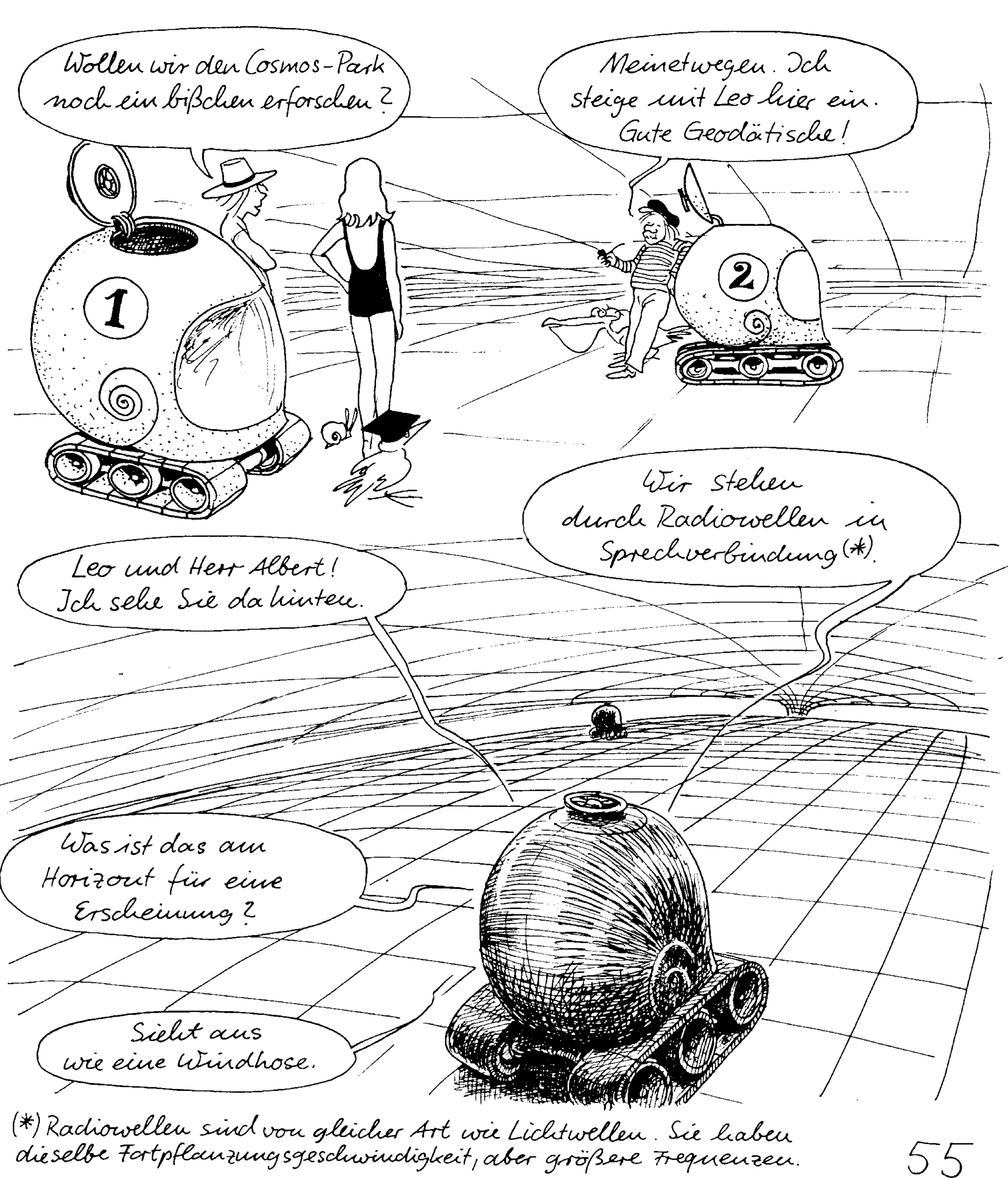


Tatsächlich war der Apfel auch auf dem Boden grün, aber die in der Höhe von Anselms Gesicht schneller vergehende Zeit läßt ihn rot erscheinen.

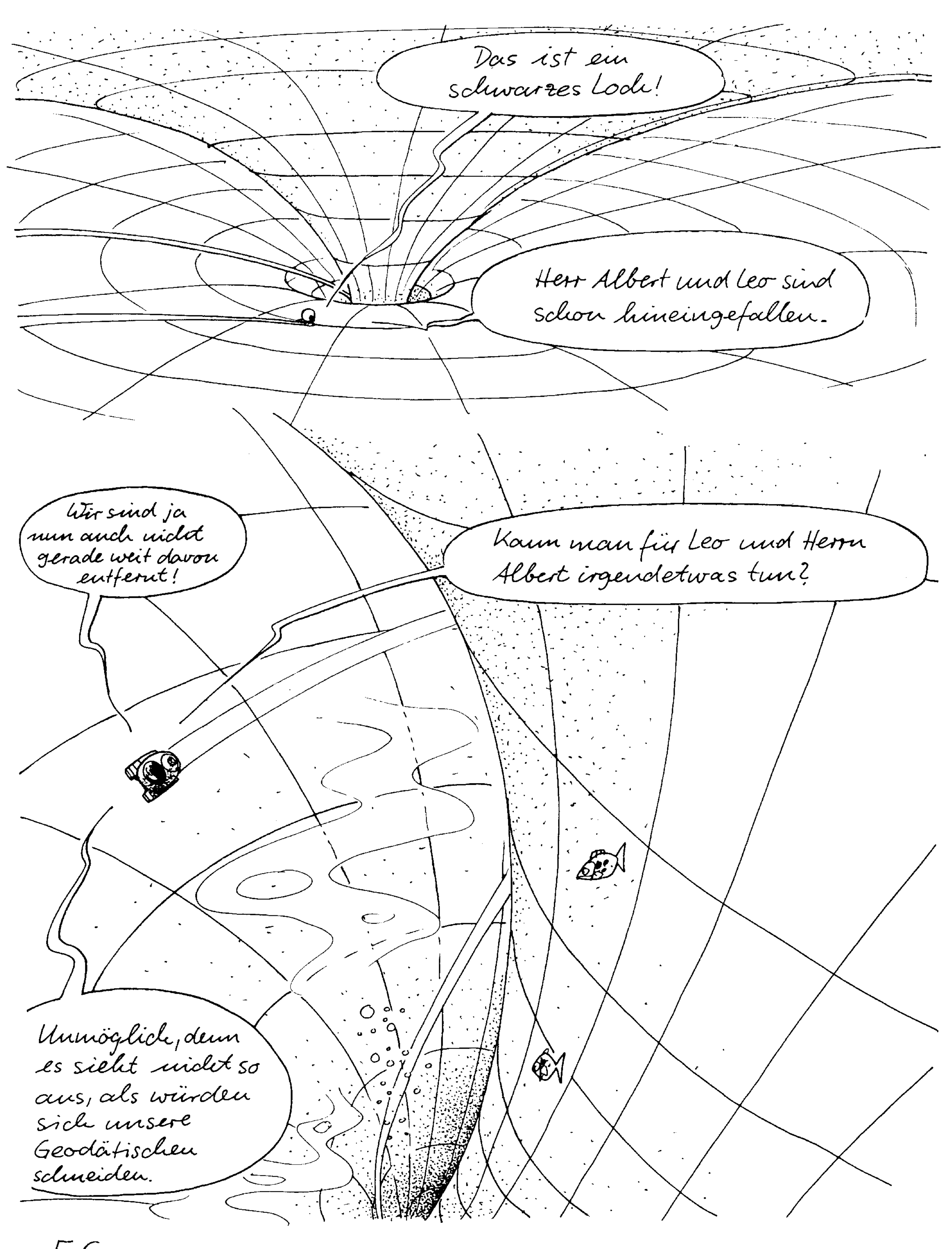
Merkwürdig, zu welchen Zwecken man heute Äpfel verwendet.



ZWEITER AUSFLUG ZUM SCHWARZEN LOCH



(*) Radiowellen sind von gleicher Art wie Lichtwellen. Sie haben dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit, aber größere Frequenzen.

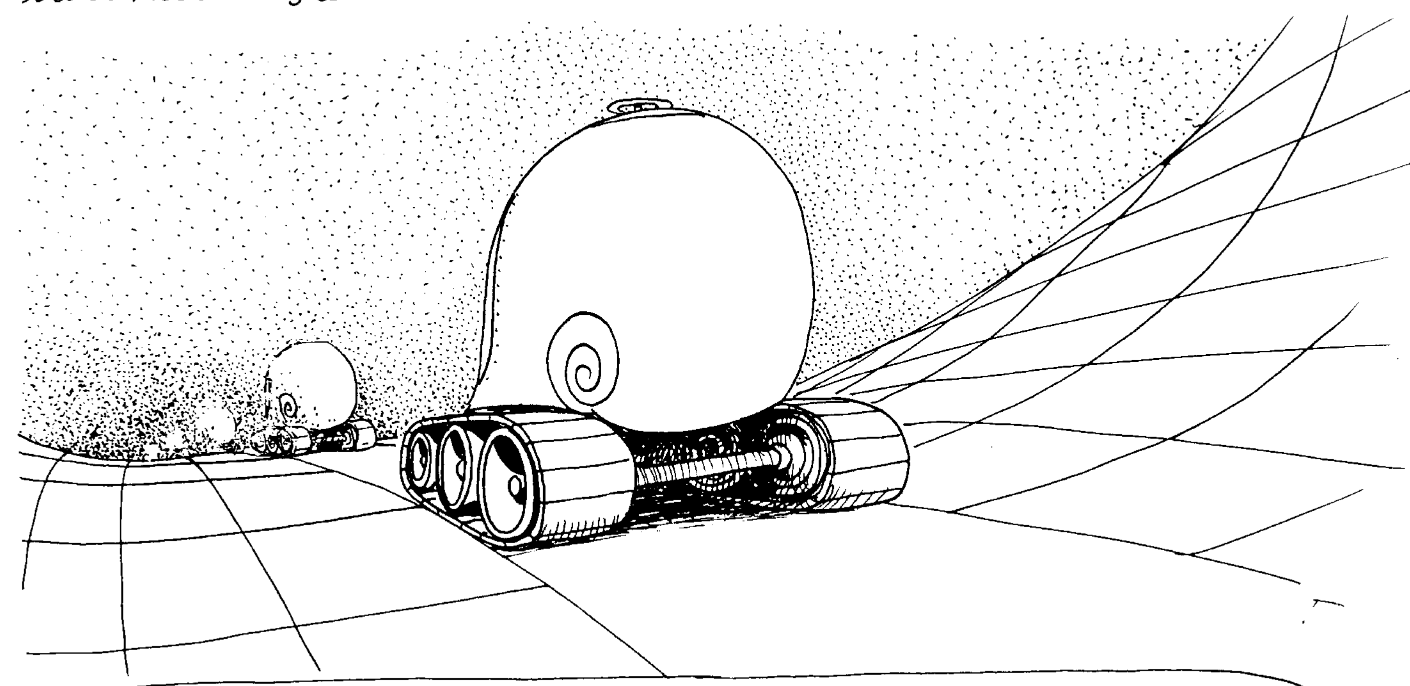

Das ist ein schwarzes Loch!
Herr Albert und Leo sind schon hineingefallen.
Wir sind ja nun auch nicht gerade weit davon entfernt!
Kann man für Leo und Herrn Albert irgendetwas tun?
Unmöglich, denn es sieht nicht so aus, als würden sich unsere Geodätischen schneiden.


Kannst Du sie sehen?
Der Boden des schwarzen Lochs ist nicht zu erkennen.
Ich sehe sie noch, aber ihr Chronoskaph ist dunkelrot geworden.
Hallo! Herr Albert, Leo, können Sie mich hören?
Ich verstehe ihn nicht mehr. Seine Stimme ist entsetzlich hoch und er redet viel zu schnell.
Seine Stimme wird immer tiefer. Er hört sich an wie eine Schallplatte, die stehenbleibt.
IIICCHHHHH...
Verständigungsprobleme, die sich ergeben, wenn man in verschiedenen Zeitblasen lebt.

DAS PROBLEM DER ZEIT

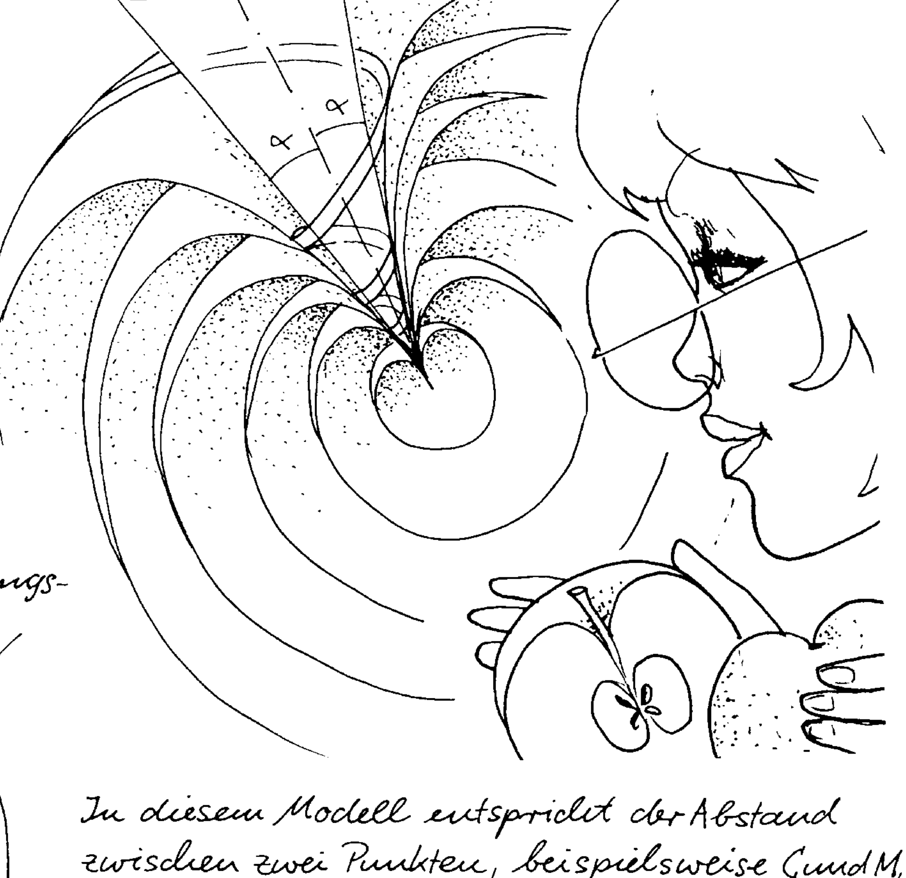
Je tiefer Albert und Leo in das Chronol eintauchen, umso größer wird der äußere Druck P_E, umso weniger Chronol läuft aus ihrer hydraulischen Uhr und umso langsamer vergeht in ihrem Chronoskaph die Zeit. Wenn sie den Grund aller Dinge und Lichtgeschwindigkeit erreicht haben, wird aus ihrer Borduhr eine begrenzte Menge Chronol geflossen sein, was bedeutet, daß sie die Strecke in einer endlichen Zeit bewältigt haben.

Aber wenn Sophie, Anselm, Max und Tiresias den Fall von Leo und Herrn Albert weiter verfolgen könnten, so würde er ihnen endlos erscheinen. Das vom fallenden Chronoskaph ausgesandte Licht verschwindet im Infrarot-Gebiet außerhalb des sichtbaren Spektrums, und die Radionachrichten gleiten in das Ultraschall-Gebiet.



Das erinnert mich an das Paradoxon des Achilles, der versucht, eine Schildkröte einzuholen, indem er mit jedem Schritt die Hälfte des Abstandes zurücklegt, der zwischen ihm und dem Tier noch besteht.

Das ist ein Bild eines schwarzen Lochs im Cosmos-Park. Der Kegel hat den Zeit-Raum bis zum Mittelpunkt durchstoßen. Dort herrscht Lichtgeschwindigkeit, und alle Schichten haben dort denselben Verlauf wie der Mantel des Kegels mit dem halben Öffnungswinkel α.



HORIZONT-KEGEL

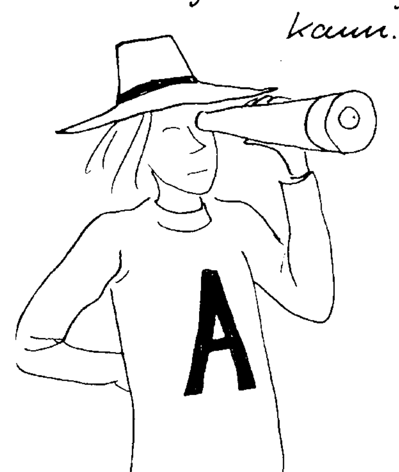
C

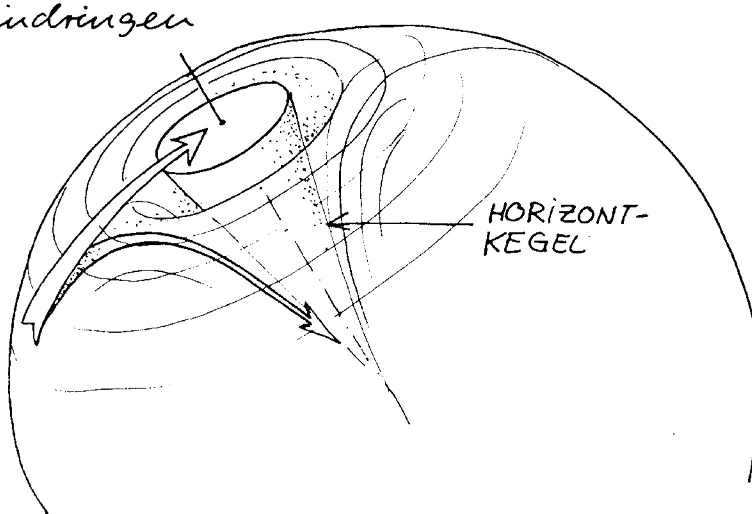
M

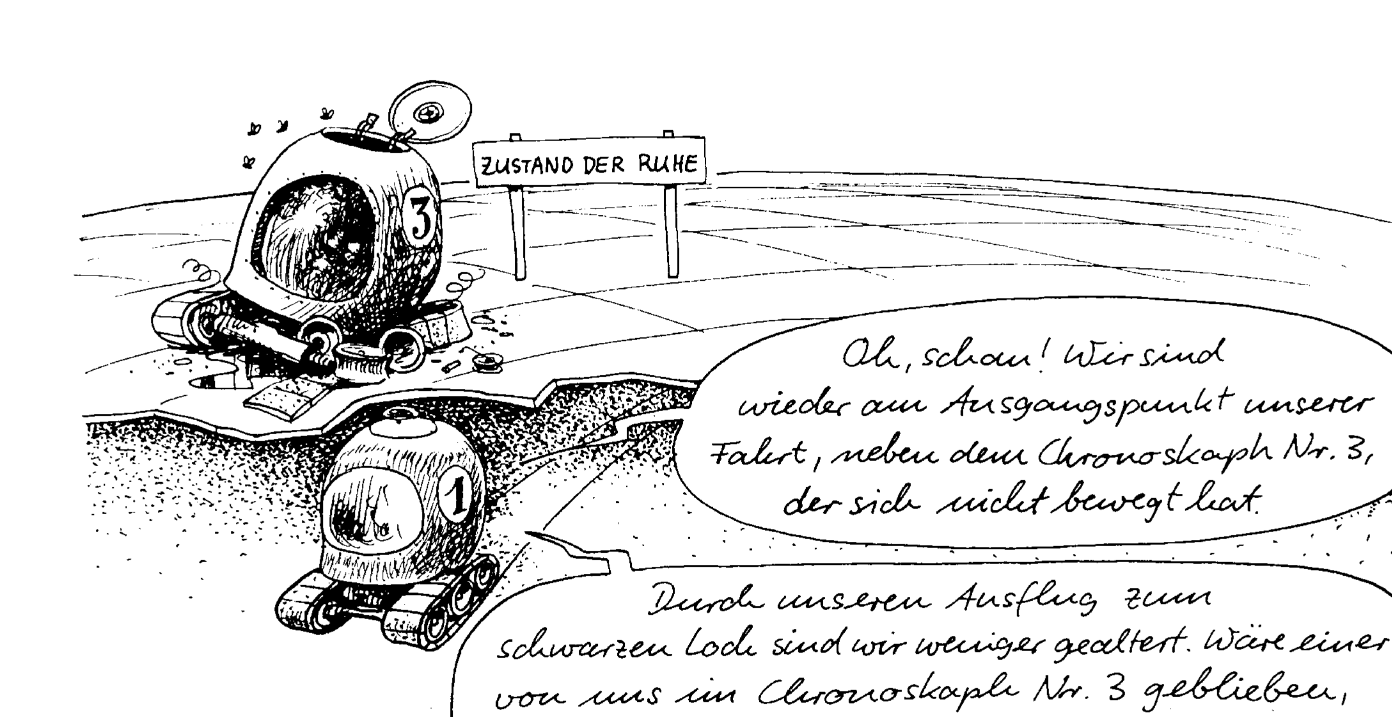
α

O

In diesem Modell entspricht der Abstand zwischen zwei Punkten, beispielsweise C und M, dem Winkel α zwischen zwei Radien, OM und OC. Betrachtet man die Zeichnung oben rechts, so erkennt man, daß es unmöglich ist, in den Kegel hineinzugelangen. Für einen Beobachter, der auf der obersten Schicht des Chronols ruht und die Krümmung dieses Zeit-Raums nicht erkennt, ist die als Horizont bezeichnete Grenze des schwarzen Lochs ein Kreis, in den man nur mit Lichtgeschwindigkeit eindringen kann.







Wohin führen die schwarzen Löcher?

Niemand weiß das. Theoretisch könnte ein anti-schwarzes Loch existieren, ...

... das heißt ein Objekt, in das man nie hineingelangen und aus dem man nur heraussteigen könnte?

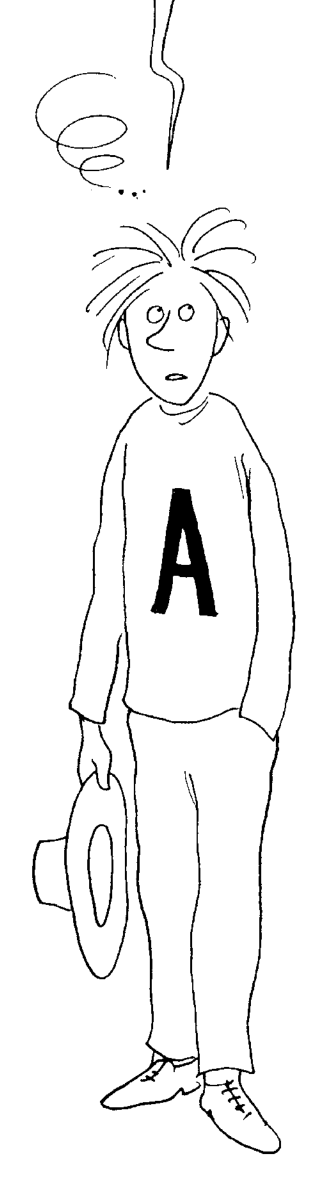
Ja, sozusagen eine weiße Quelle.


So könnte im Modell des Cosmos-Parks eine Kombination aus schwarzem Loch und weißer Quelle aussehen.
Beide Objekte sind gleich, aber ihre Geodätischen sind entgegengesetzt orientiert.
Und was findet man im schwarzen Loch jenseits des Horizontes? Ist dort das Nichts?
Vielleicht das Nichts in seiner reinsten Form?
Aber nein! Das Innere des schwarzen Loches wäre einfach das Äußere der mit ihm verbundenen weißen Quelle.
Man sieht hier, daß die Kombination aus schwarzem Loch und weißer Quelle jeder Schicht des Cosmos-Parks den Charakter einer nicht orientierbaren einseitigen Fläche gibt, und daß jeder Durchgang durch die Kombination ein Objekt in sein Spiegelbild verkehrt. Ein R käme als Я wieder heraus.

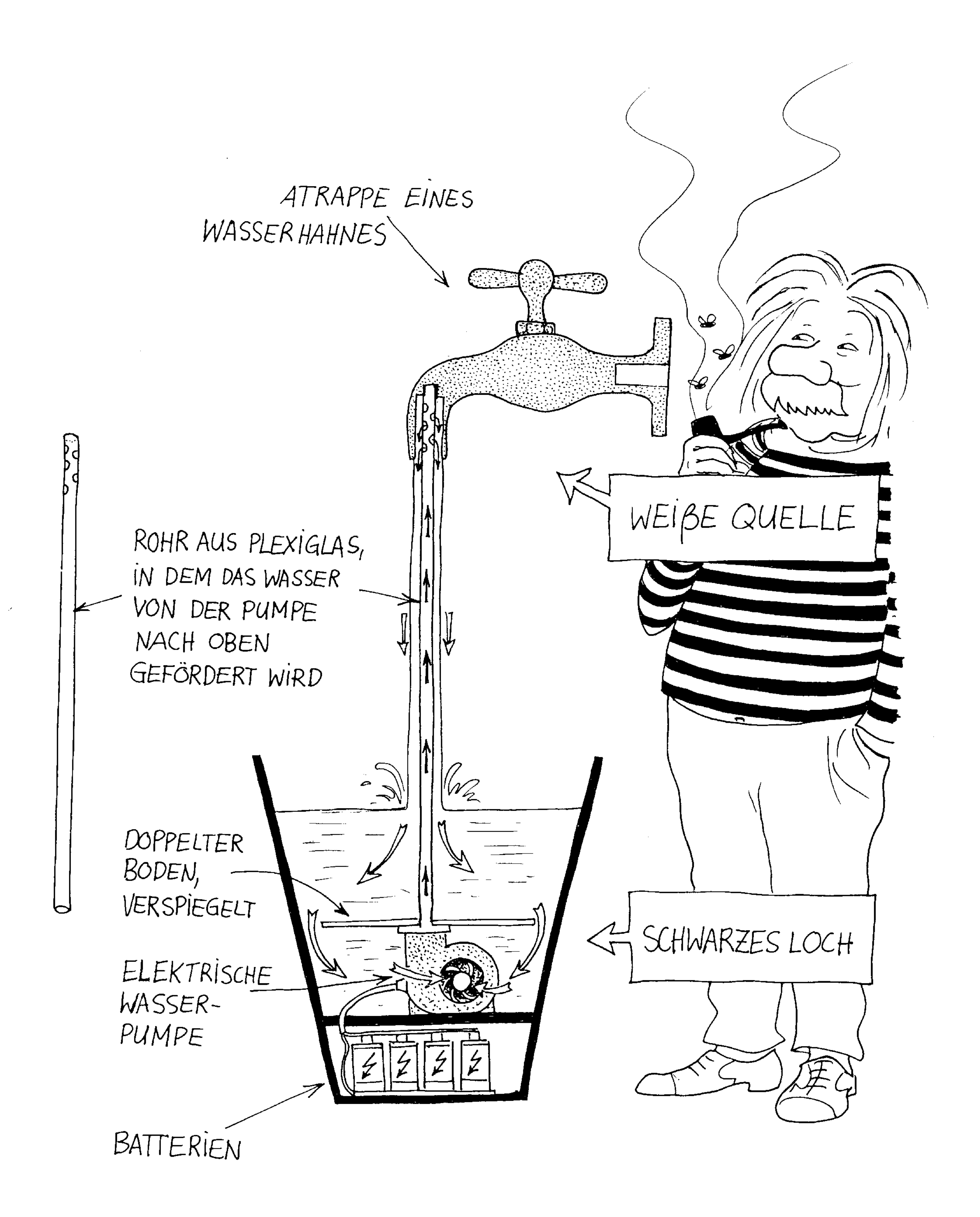
EINE UNDURCHSCHAUBARE GESCHICHTE




Leo, laß Tiresias in Ruhe!
Hab keine Angst, Tiresias! Wichtig ist nur, daß Du Dich in Deinem Haus wohlfühlst.
Hilfe!
EPILOG
Oh weh, das Cosmol! Ich habe Kopfschmerzen.
Mal sehen: Die Leere und die Materie sind einander ähnlich, ein Raum kann in sich geschlossen sein, und man kann nur geradeaus gehen.


Wenn diese Welt die beste aller möglichen ist, wie sehen dann die anderen aus?

ENDE



ATRAPPE EINES WASSERHAHNES
WEIßE QUELLE
ROHR AUS PLEXIGLAS, IN DEM DAS WASSER VON DER PUMPE NACH OBEN GEFÖRDERT WIRD
DOPPELTER BODEN, VERSPIEGELT
SCHWARZES LOCH
ELEKTRISCHE WASSER-PUMPE
BATTERIEN

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WUẞTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

PROLOG:

Eines Morgens erwachte Anselm in sehr schlechter Laune.



Anselm fühlte sich traurig und leer. Die Welt war öde wie nie zuvor. Die Tage glichen einander wie die Regentropfen.

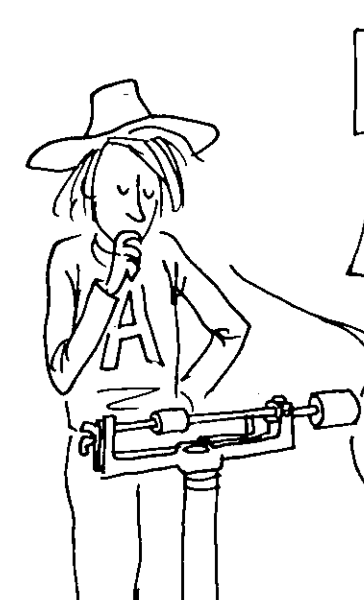
Max!
Wo ist Max?

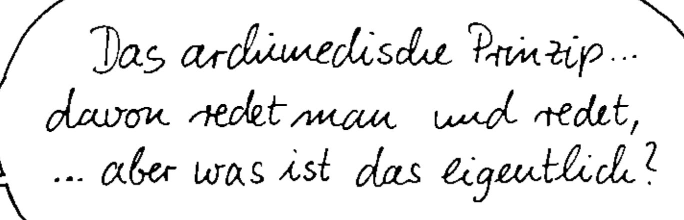
Der ist da oben.
Was hat der für
ein Glück!

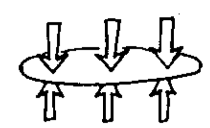



Fliegen? Großer Gott!
Max, Du mußt mir das Fliegen beibringen. Du wirst schon einen Weg finden. Ich habe es satt, auf diesem Planeten herumzukriechen.
Sieh mal, ich hebe einen Fuß. Und wenn ich ganz schnell auch den anderen hebe, vielleicht kann ich ...?
Das muß die Luft sein, die auf meinen Schultern lastet.
Im Gegenteil! Nach Archimedes gibt sie Dir einen Auftrieb und vermindert Dein Gewicht um 80 Gramm.

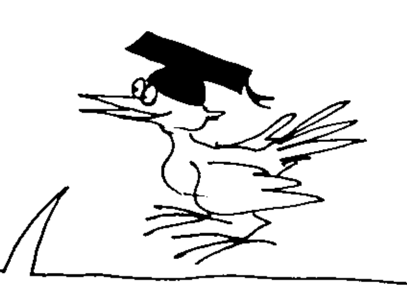
ES WAR EINMAL EIN ARCHIMEDES

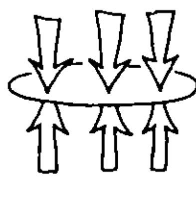


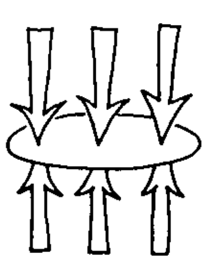


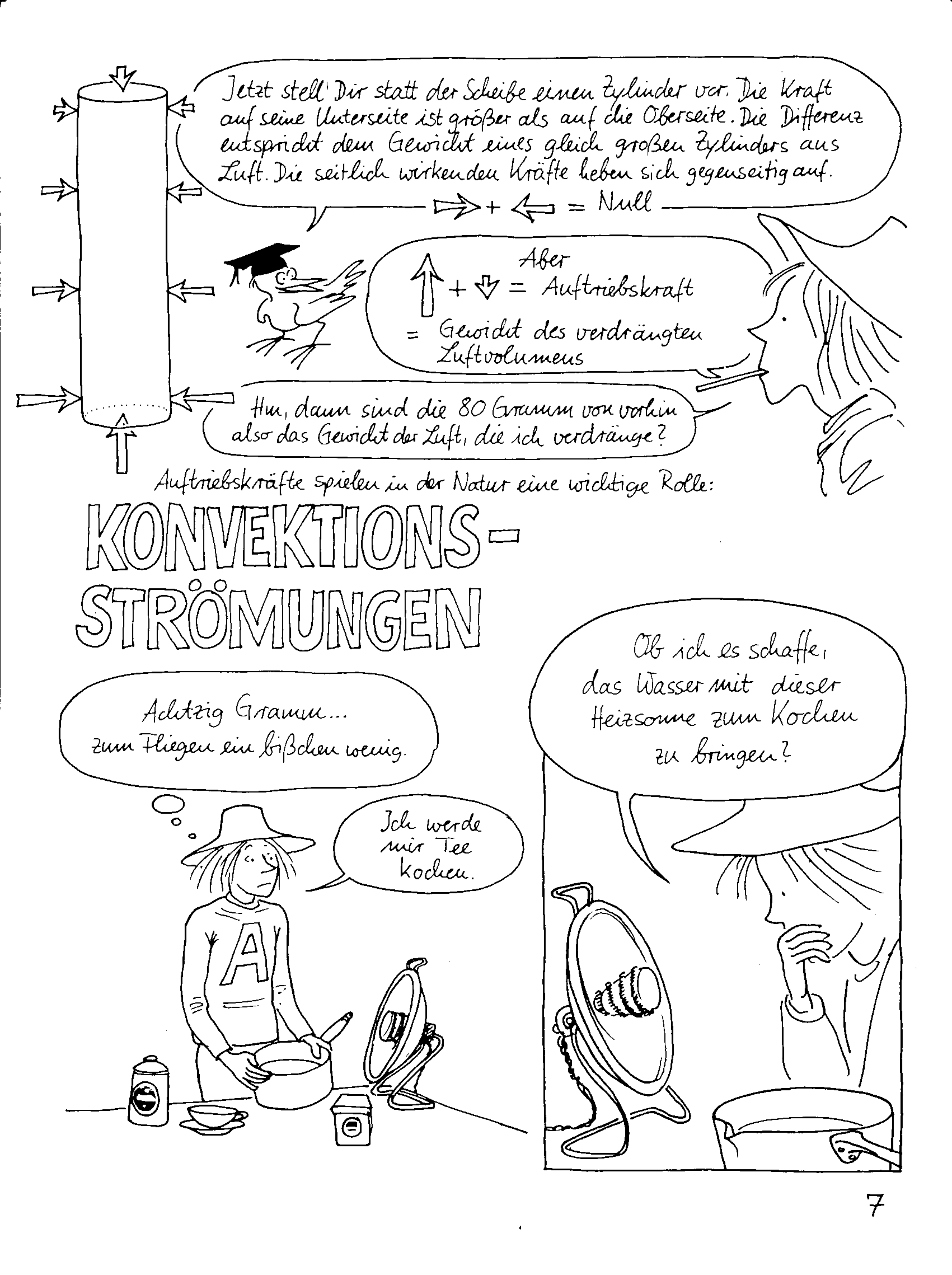


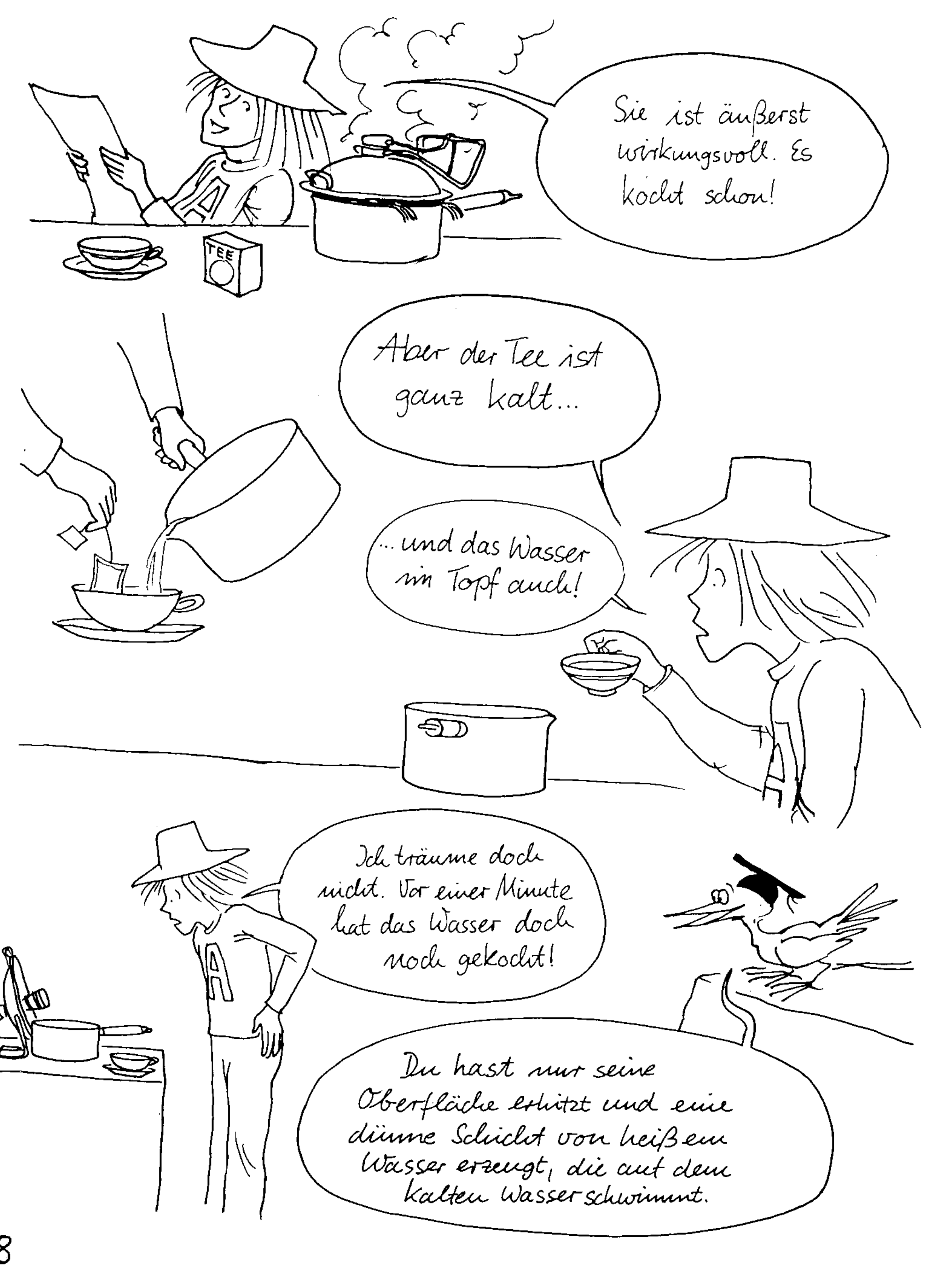
Kräfte, die in einem Fluid (d.h. in einem Gas oder in einer Flüssigkeit) auf eine Scheibe wirken:

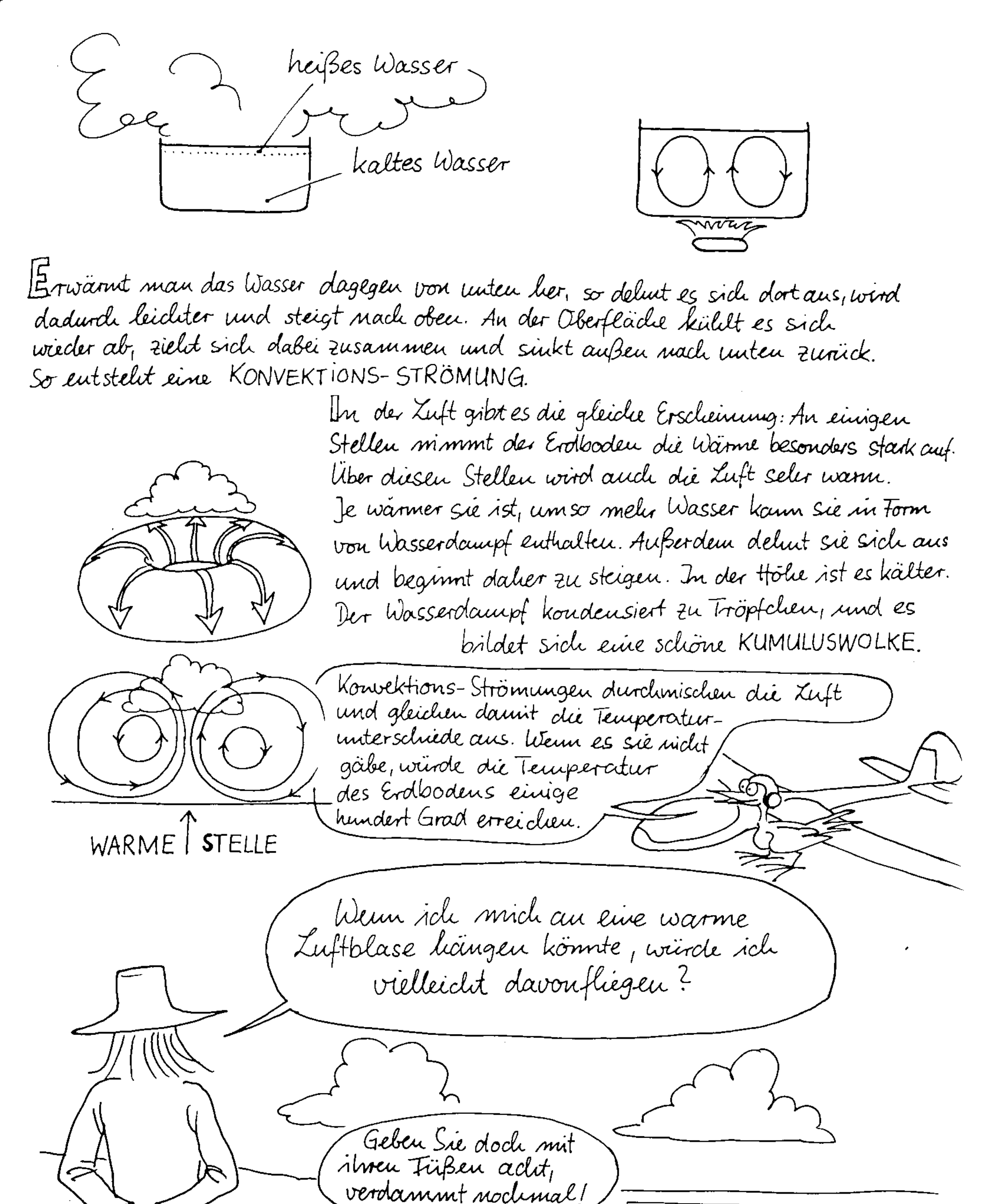






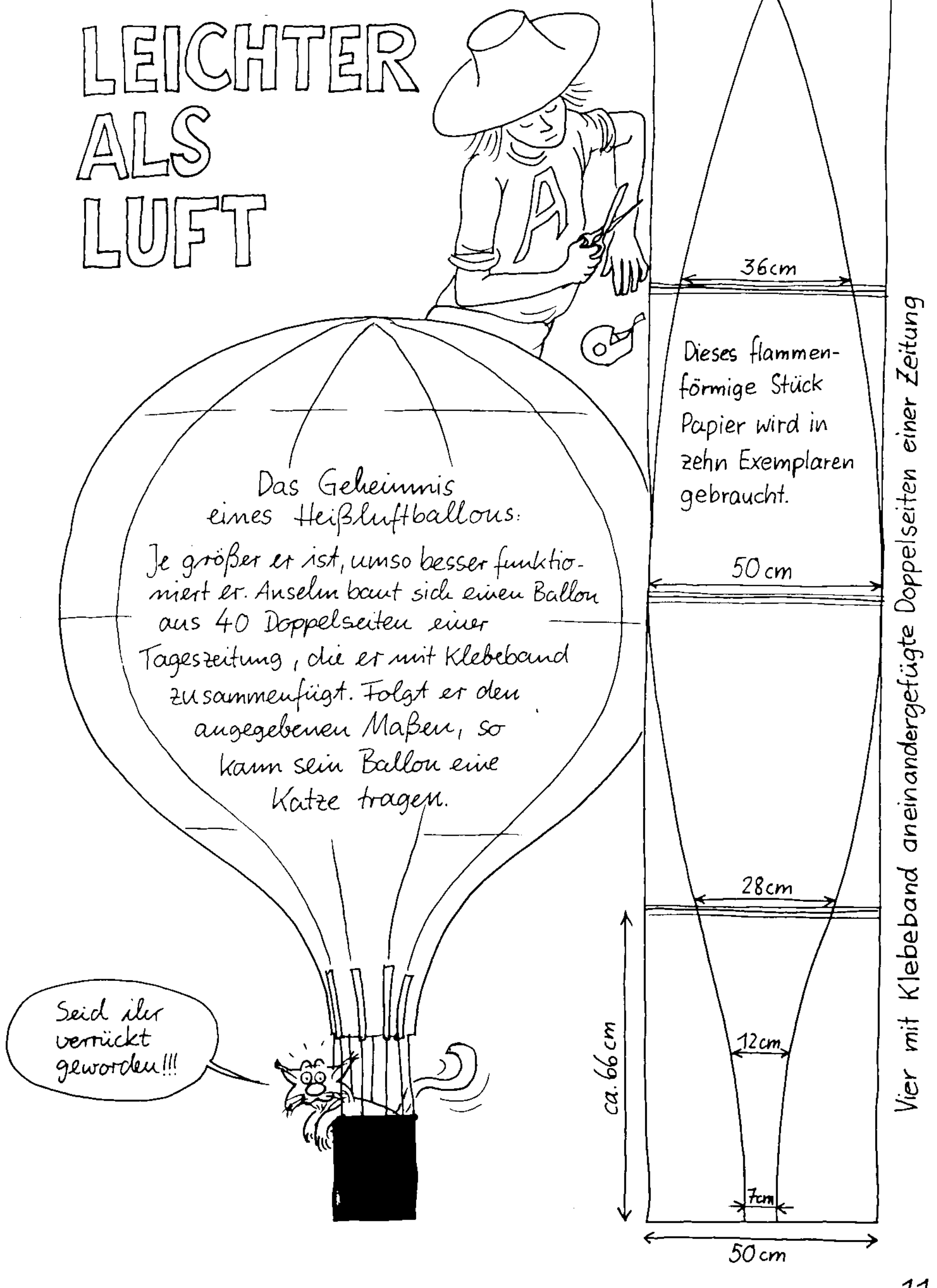

Jetzt stell' Dir statt der Scheibe einen Zylinder vor. Die Kraft auf seine Unterseite ist größer als auf die Oberseite. Die Differenz entspricht dem Gewicht eines gleich großen Zylinders aus Luft. Die seitlich wirkenden Kräfte heben sich gegenseitig auf.
⇨ + ⇦ = Null
Aber ⇧ + ⇩ = Auftriebskraft
= Gewicht des verdrängten Luftvolumens
Hm, dann sind die 80 Gramm von vorhin also das Gewicht der Luft, die ich verdränge?
Auftriebskräfte spielen in der Natur eine wichtige Rolle:
KONVEKTIONS-
STRÖMUNGEN
Achtzig Gramm... zum Fliegen ein bißchen wenig.
Ich werde mir Tee kochen.
Ob ich es schaffe, das Wasser mit dieser Heizsonne zum Kochen zu bringen?

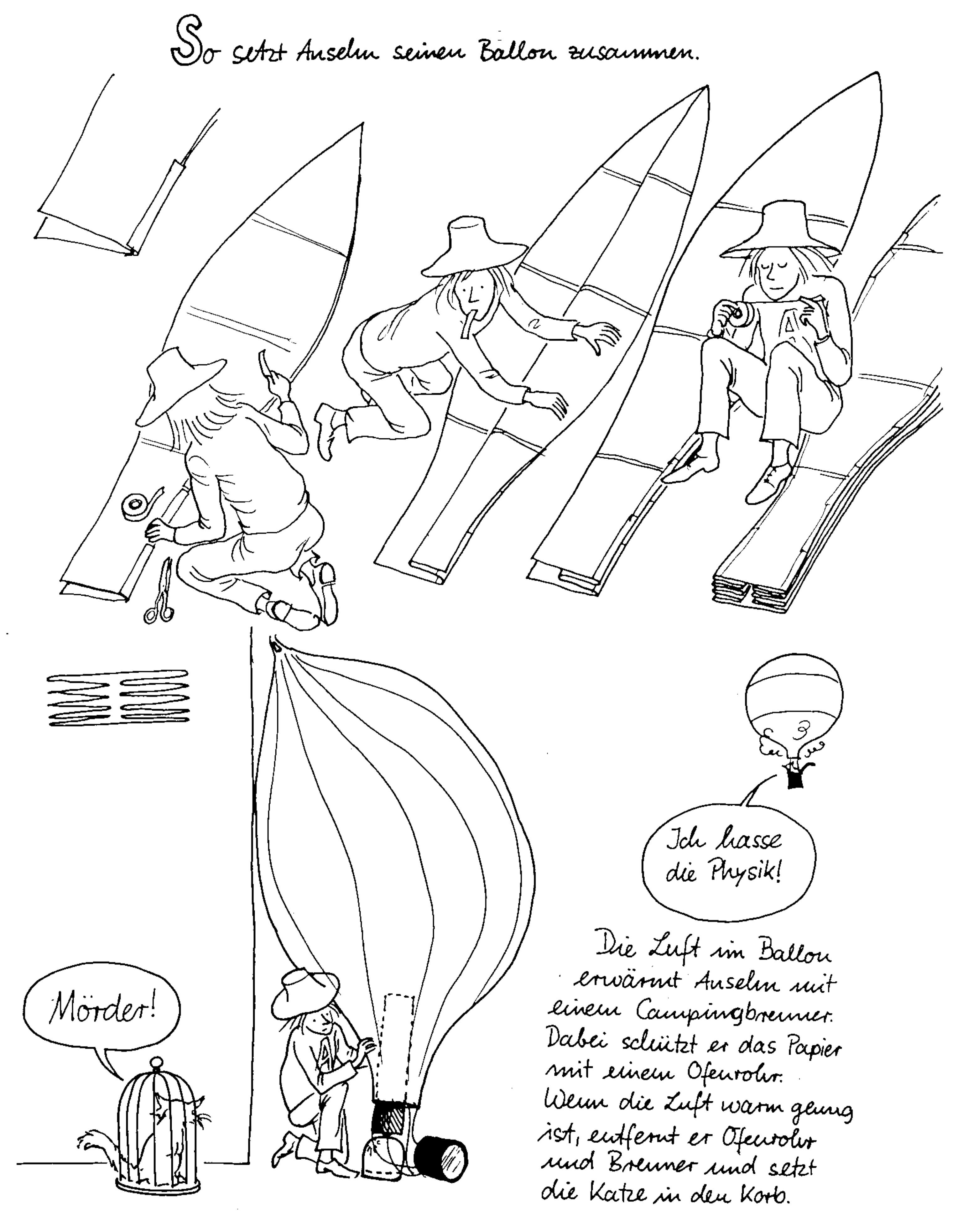

Sie ist äußerst wirkungsvoll. Es kocht schon!
TEE
Aber der Tee ist ganz kalt...
...und das Wasser im Topf auch!
Ich träume doch nicht. Vor einer Minute hat das Wasser doch noch gekocht!
Du hast nur seine Oberfläche erhitzt und eine dünne Schicht von heißem Wasser erzeugt, die auf dem kalten Wasser schwimmt.


heißes Wasser
kaltes Wasser
Erwärmt man das Wasser dagegen von unten her, so dehnt es sich dort aus, wird dadurch leichter und steigt nach oben. An der Oberfläche kühlt es sich wieder ab, zieht sich dabei zusammen und sinkt außen nach unten zurück. So entsteht eine KONVEKTIONS-STRÖMUNG.
In der Luft gibt es die gleiche Erscheinung: An einigen Stellen nimmt der Erdboden die Wärme besonders stark auf. Über diesen Stellen wird auch die Luft sehr warm. Je wärmer sie ist, umso mehr Wasser kann sie in Form von Wasserdampf enthalten. Außerdem dehnt sie sich aus und beginnt daher zu steigen. In der Höhe ist es kälter. Der Wasserdampf kondensiert zu Tröpfchen, und es bildet sich eine schöne KUMULUSWOLKE.
Konvektions-Strömungen durchmischen die Luft und gleichen damit die Temperaturunterschiede aus. Wenn es sie nicht gäbe, würde die Temperatur des Erdbodens einige hundert Grad erreichen.
WARME STELLE
Wenn ich mich an eine warme Luftblase hängen könnte, würde ich vielleicht davonfliegen?
Geben Sie doch mit ihren Füßen acht, verdammt nochmal!


Wer redet da?
Können Sie nicht woanders philosophieren?
Beinahe wären Sie auf uns getreten!
Oh, Verzeihung!
Fliegen? Als ob das Leben nicht schon kompliziert genug wäre!
Unsere Gelehrten haben doch gezeigt, daß es mathematisch unmöglich ist!
Glauben Sie wirklich, daß es nichts wichtigeres zu tun gibt als fliegen?
So ein Unsinn!
Ich hab's: Ich werde eine warme Luftblase in eine Hülle stecken.

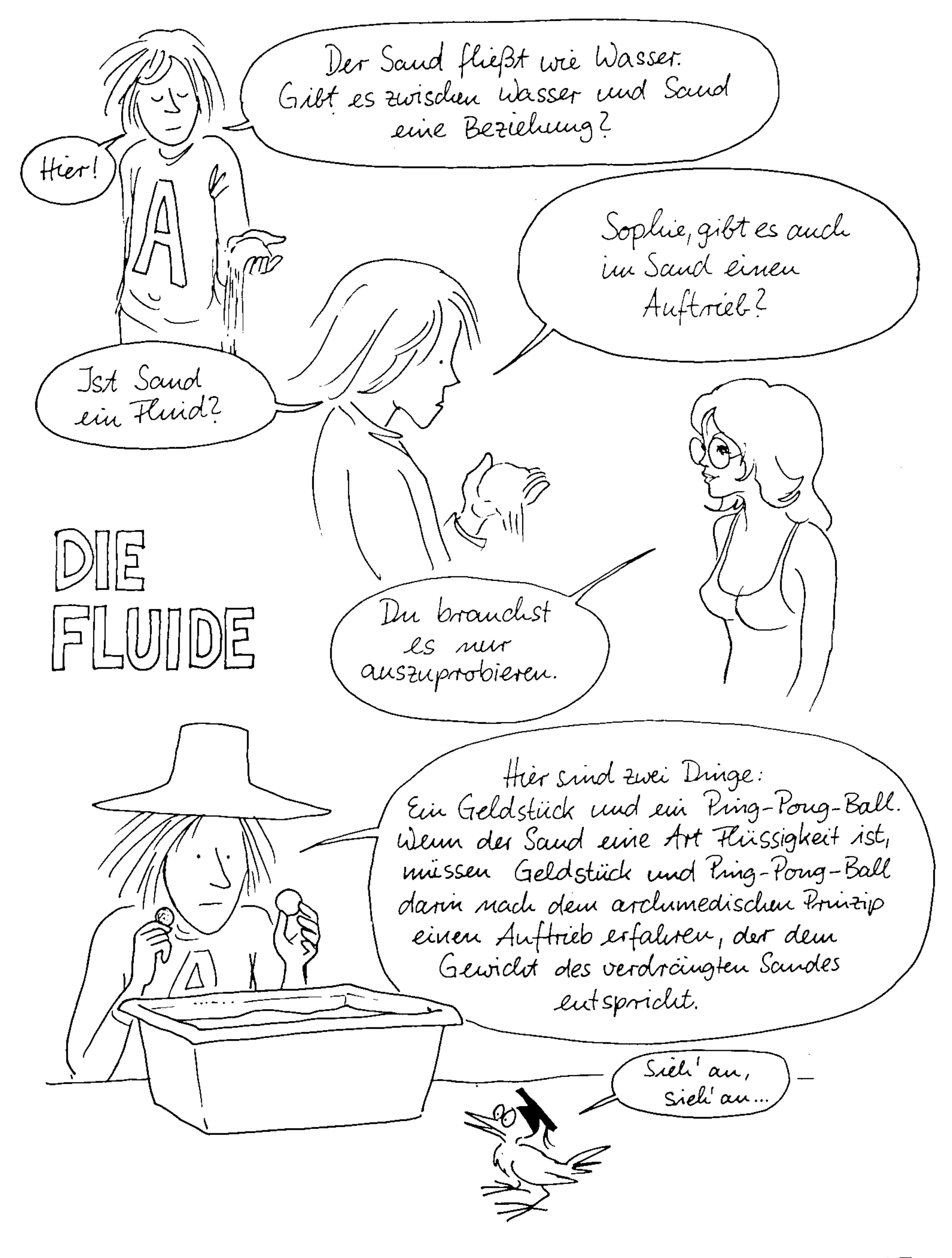
LEICHTER ALS LUFT




So setzt Anselm seinen Ballon zusammen.
Ich hasse die Physik!
Die Luft im Ballon erwärmt Anselm mit einem Campingbrenner. Dabei schützt er das Papier mit einem Ofenrohr. Wenn die Luft warm genug ist, entfernt er Ofenrohr und Brenner und setzt die Katze in den Korb.
Mörder!


So etwas hat noch keine Katze erlebt.
Papierträume, die mich doch nicht in die Höhe bringen. Und außerdem ist diese Maschine ein Spielball der Winde. Ich kann sie nicht in die Richtung lenken, in die ich fliegen will.
Worin besteht das Geheimnis des Fliegens?
Beeile Dich, ich werde müde!


Nichts zu machen. Es funktioniert nicht. Irgendetwas habe ich noch nicht verstanden.
Tsss... Tsss...
Anselm, wenn Du fliegen willst, mußt Du Dich mit der Hydrodynamik, d.h. mit den Eigenschaften der Fluide vertraut machen. So einfach ist das Fliegen nicht!
Was ist denn das überhaupt, ein Fluid? Ist das etwas, was fließt?
Ja, das kann man so sagen. Aber die Dinge sind ein bißchen komplizierter.


Der Sand fließt wie Wasser. Gibt es zwischen Wasser und Sand eine Beziehung?
Hier!
Sophie, gibt es auch im Sand einen Auftrieb?
Ist Sand ein Fluid?
DIE FLUIDE
Du brauchst es nur auszuprobieren.
Hier sind zwei Dinge: Ein Geldstück und ein Ping-Pong-Ball. Wenn der Sand eine Art Flüssigkeit ist, müssen Geldstück und Ping-Pong-Ball darin nach dem archimedischen Prinzip einen Auftrieb erfahren, der dem Gewicht des verdrängten Sandes entspricht.
Sieh' an, sieh' an...


Ich habe den Ball eingegraben und das Geldstück auf den Sand gelegt. Logischerweise müßte die Münze versinken und der Ball aufsteigen.
Nichts!
Vielleicht ist es nur eine Frage der Zeit?
Ist Ihr Kumpel verrückt geworden?
Der Physik muß man mißtrauen.
Wer hat mir bloß zu diesem Experiment geraten?
Jetzt habe ich genug!



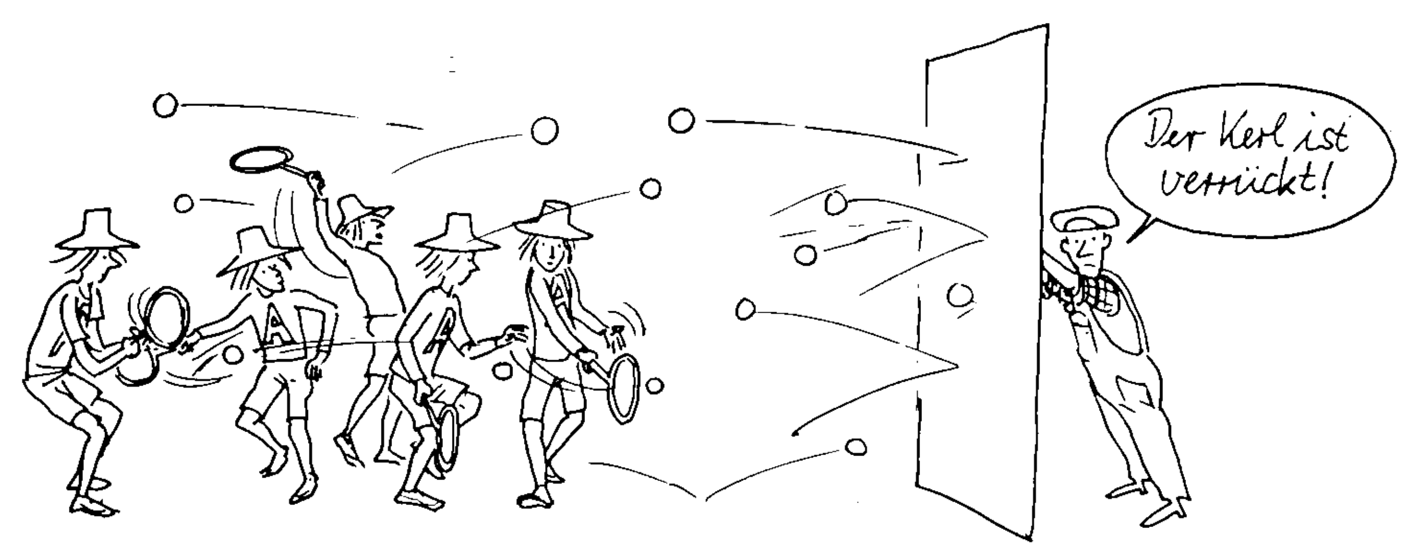
Hier:
Der Ball ist hochgestiegen.
Und die Münze liegt am Boden. Indem Anselm den Kasten rüttelte, gab er den Sandkörnern die Möglichkeit aneinander vorbeizugleiten. Damit wurde der Sand „fluid".
Sophie sagt, je feiner die Sandkörner sind, umso leichter wird der Sand fluid.
Also ist ein FLUID so etwas wie ein sehr feiner Sand, dessen Körnchen leicht aneinander vorbeigleiten können?
Sophie hat uns erzählt, daß Lucretius sich im ersten Jahrhundert vor Christus auf diese Art eine Vorstellung von den Atomen gebildet hatte. (de natura rerum)
Sophie weiß immer alles besser.
A


Um ein Fluid zu verstehen, muß man sich zunächst vergegenwärtigen, daß es sich um ein System von Molekülen handelt. Die Moleküle kannst Du Dir als kleine Kugeln vorstellen, die sich ständig bewegen und dabei aneinander stoßen oder aneinander vorbeigleiten. Man könnte von einem Chaos der Moleküle sprechen.
Hinein ins Chaos!
In einem Fingerhut voll Luft befinden sich zwanzig Milliarden Milliarden Moleküle. Sie sind so klein, daß man sie selbst mit dem stärksten Mikroskop nicht zu sehen bekommt.
DIE DICHTE
Das Konzept der Dichte ist so anschaulich, daß wir fast vergessen hätten, davon zu reden.
Aber ich verstehe das nicht!
Die Dichte ist ein Maß für die Zahl der Moleküle in einer Volumen-Einheit.

DER DRUCK:



Das ist ein guter Platz zum Trainieren.
Die Platte ist genau im Gleichgewicht. Jetzt muß ich nur noch das Werkzeug holen, um sie zu befestigen.
BOING!
Oh jemine!
Alle Vögel sind schon da, ...
Kannst Du den Unfug verstehen?
Das kommt noch.



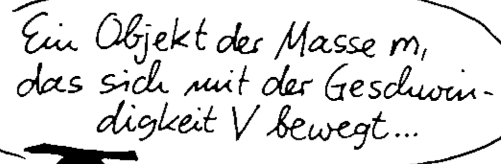
Die unzählbaren Stöße der Moleküle auf eine Wand erzeugen das, was man den DRUCK nennt.

Sehen Sie mal, wenn man diese Platte in die Luft hängt...

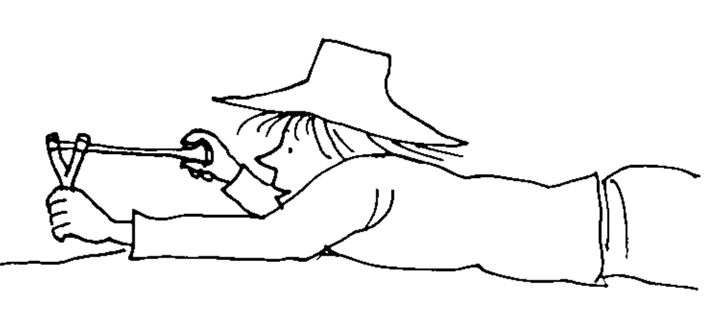
... so bleibt sie ruhig hängen, weil sie im Durchschnitt auf der einen Seite ebenso oft von Molekülen getroffen wird wie auf der anderen.

Phan-tas-tisch!

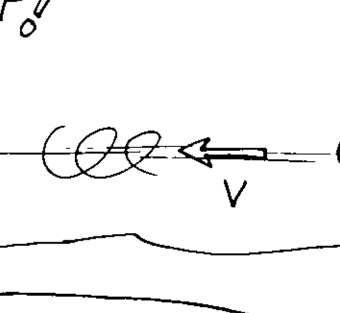
DIE KINETISCHE ENERGIE:







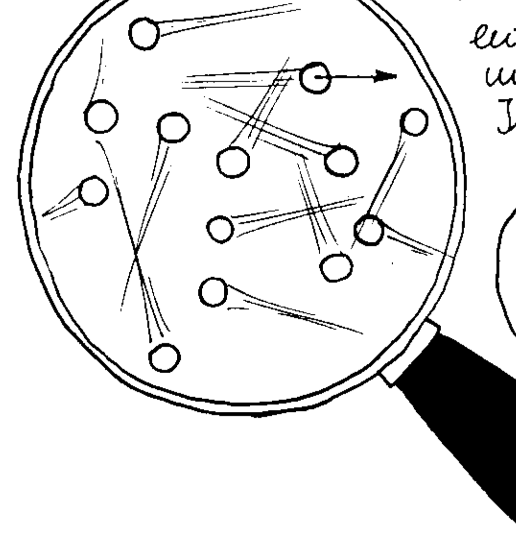






...hat per Definition die kinetische Energie $\frac{1}{2} m V^2$

DIE INNERE ENERGIE:



Hier ist ein mit Gas gefüllter Raum. Die in ihm enthaltenen Moleküle der Masse m bewegen sich ungeordnet oder (wie man auch sagt) thermisch. Ihre durchschnittliche Geschwindigkeit ist V.

Die innere Energie dieses Systems ist einfach die Summe der kinetischen Energien aller Moleküle, die das System enthält.



DIE TEMPERATUR:

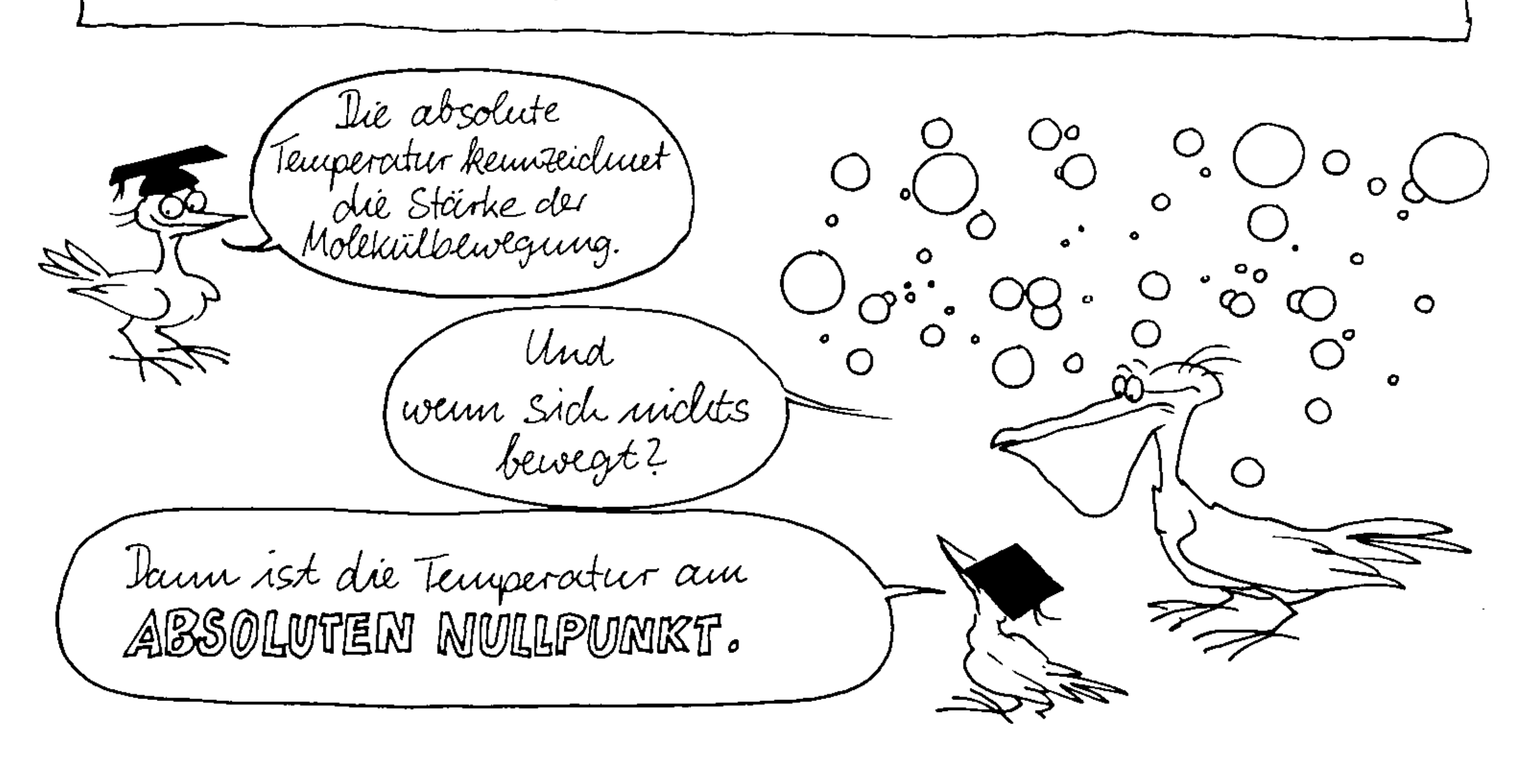
Entschuldigen Sie eine naive Frage, mein Lieber, aber diese Bewegung der Moleküle, wozu führt das?

Wir empfinden Sie als die Temperatur des Gases.

Je stärker sich die Moleküle bewegen, umso heißer ist das Gas.

Die ABSOLUTE TEMPERATUR eines Gases ist ein Maß für die kinetische Energie der Moleküle dieses Gases.

Die Direktion





Ohne die Molekülbewegung gibt es keine Stöße auf die Wände, also auch keinen Druck.



Fassen wir zusammen: Je mehr Moleküle ein Gas enthält und je stärker sie sich bewegen, umso heißer ist das Gas und umso höher ist sein Druck.



DIE WÄRME

Ein Objekt, das sich in einem Fluid befindet, ist zahllosen molekularen Stößen ausgesetzt. Auf diese Weise können die Moleküle ihre Energie auf das Objekt übertragen und es erwärmen.

Die Fähigkeit, Wärme zu übertragen, wächst mit der Dichte des Fluids. Wasser leitet die Wärme daher besser als Luft.

Wenn ein Astronaut im Weltraum schwebt, bewegt er sich in äußerst dünner Luft (nur zehn Moleküle pro Kubikzentimeter). Die Stärke der Molekülbewegung entspricht einer Temperatur von 2500°C. Demnach verbrennt der Astronaut nicht, denn die Luft ist viel zu dünn, als daß die Moleküle viel Energie auf den Astronauten übertragen könnten.



Die Temperatur ist hoch, aber der Wärmefluß ist extrem klein.

DIE SCHWERPUNKTSENERGIE EINES GASES:

Dieses Glasgefäß enthält ein System von N Molekülen. Es hat die absolute Temperatur T.



v

Anselm wirft das Glasgefäß fort, so daß es sich mit der Geschwindigkeit v bewegt. Auch der gemeinsame Schwerpunkt aller Gasmoleküle bewegt sich mit v.


Der Schwerpunktsbewegung entspricht die kinetische Energie $\frac{1}{2} M v^2$, wenn man die Masse des Gases im Gefäß mit M bezeichnet.
Sie meinen, daß es zwei Arten von kinetischer Energie gibt?
Ja und nein. Die Gesamtenergie des Systems der Moleküle im Gefäß ist die Summe aus der kinetischen Energie des Schwerpunkts und der inneren Energie der Moleküle.
Sag mal, die Hydrodynamik ist ja verdammt kompliziert.
Willst Du fliegen? Dann lerne zu fliegen!
HYDRO-DYNAMIK
Gut... Das Buch sagt, daß man einen Teil der inneren Energie der Moleküle in kinetische Energie des Schwerpunkts umwandeln kann.
Anders gesagt: man kann Wärme in Bewegung umwandeln.
HYDRO-DYNAMIK


Dazu genügt es, den Stopfen herauszuziehen.
SYSTEM VON N MOLEKÜLEN
Du traust Dich ja nicht!
DIE ERHALTUNG DER ENERGIE:
Heh!?
Um die Dinge zu verein-fachen, ist anzunehmen, daß sich das Gas ohne Hindernis, das heißt ins Vakuum entspannt.
Die Direktion
V= MITTLERE GESCHWIN-DIGKEIT DER MOLEKÜL-BEWEGUNG

Leider ist eine vollständige Umwandlung von innerer Energie in kinetische Energie des Schwerpunkts nicht möglich.

ist $N \times \frac{1}{2} m v^2$

Nach dem Satz von der ERHALTUNG DER ENERGIE bleibt aber die Gesamtenergie, das heißt die Summe aus der kinetischen Energie des Schwerpunkts und der inneren Energie der Moleküle, konstant.

Die Direktion

Sagen Sie: Wenn ich das recht verstehe, wäre die Umwandlung vollständig, wenn alle Moleküle dieselbe Geschwindigkeit hätten, nachdem sie aus dem Gefäß herausgeströmt sind.

Ganz recht!

Anwendung dieser Umwandlung von innerer Energie in Schwerpunktsenergie:

ANTRIEB DURCH RÜCKSTOß

Die Düsen eines Strahltriebwerks sind so geformt, daß sich eine optimale Umwandlung von Wärme in Bewegung ergibt. Der Rückstoß entsteht, weil während des Ausströmens die Summe der auf die Hülle wirkenden Kräfte nicht mehr gleich Null ist.

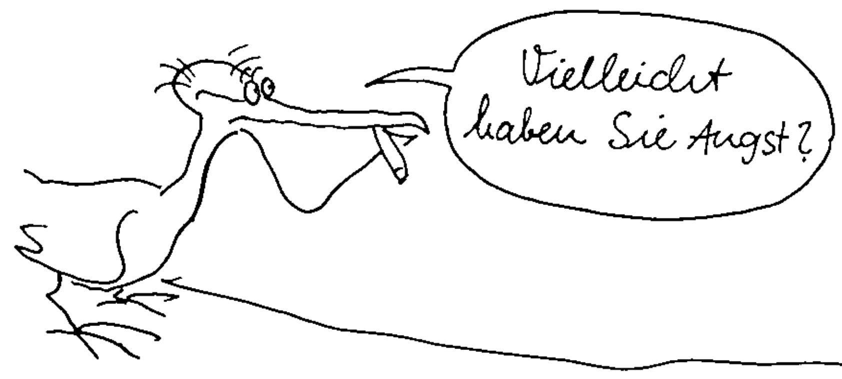

Ich verstehe!
Um zu fliegen, genügt es offenbar, Luft nach unten zu blasen.
Probieren wir das mal!
PFFFT!
Hm, nicht sehr wirkungsvoll.
Sieh mal, Anselm, die Flügel der Vögel haben nicht die Form eines Regenschirms. Du glaubst immer, Du hättest sofort alles verstanden. Die Sache ist aber komplizierter.
Hm, hm...
Du hast recht, Sophie.
Sie hat eine hübsche Figur.
Na Sie doch auch!

STRÖMUNGEN BEI GLEICHBLEIBENDER DICHTE

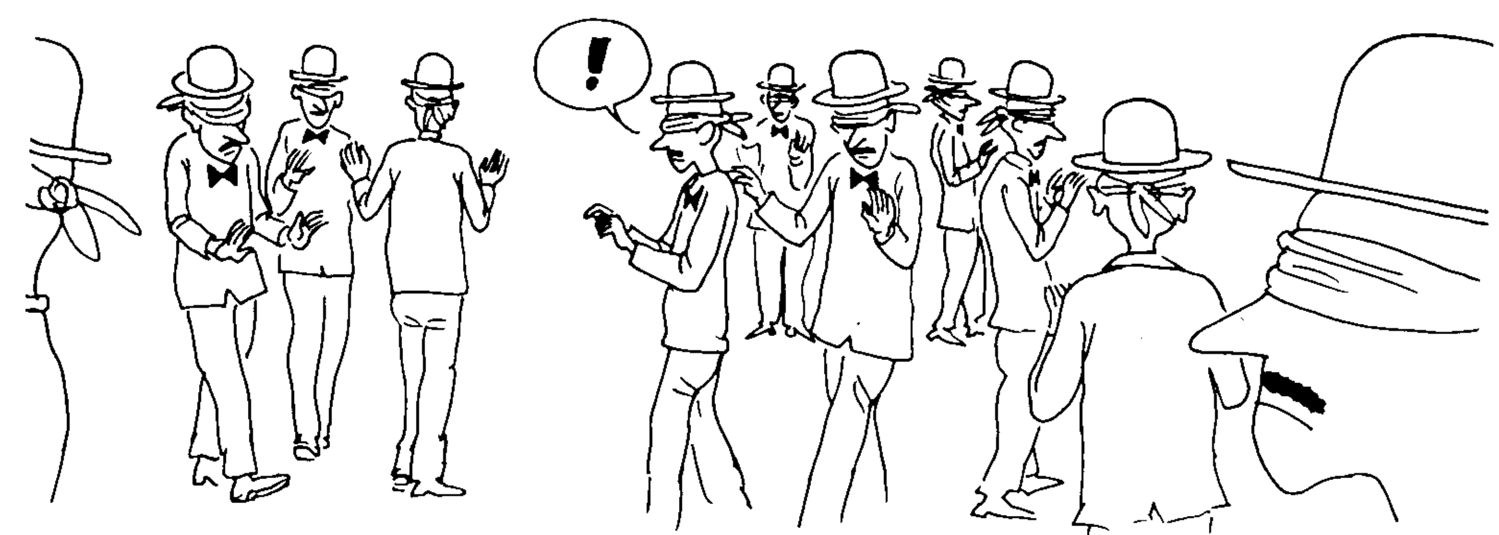




Wieso entfliehen die Moleküle in dem Augenblick, da die Schläger zusammenschlagen?



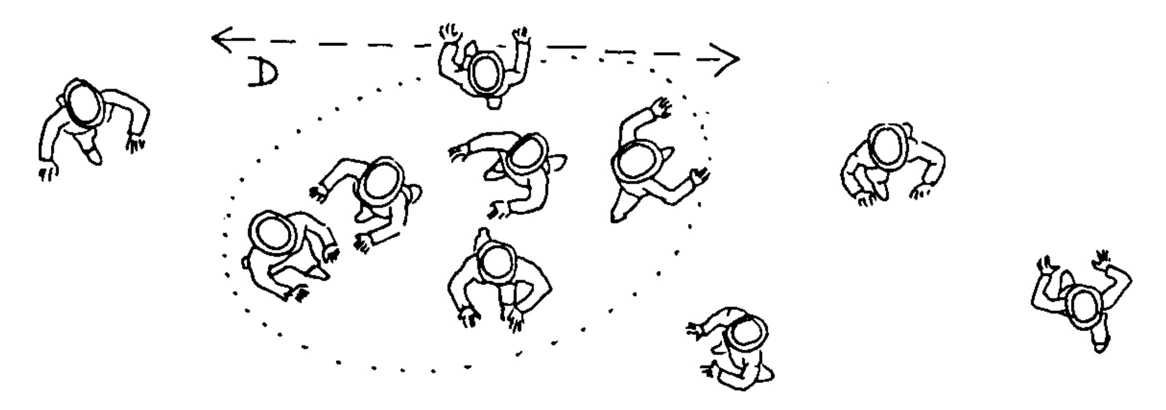
Wir wollen uns einen Platz vorstellen, auf dem viele Leute mit verbundenen Augen umherirren. Sie sollen die Rolle der Moleküle spielen. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Leute bewegen, entspricht dann der Geschwindigkeit V der thermischen Bewegung der Moleküle.



Alle Leute auf dem Platz bewegen sich. Im Mittel stoßen zwei von ihnen zusammen, nachdem sie einen Weg der Länge L zurückgelegt haben. Man nennt L die „MITTLERE FREIE WEGLÄNGE".

In der Luft, die wir atmen, ist die Geschwindigkeit V der thermischen Bewegung der Moleküle nahezu 340 Meter pro Sekunde. Das entspricht einer freien Weglänge von ungefähr einem Hunderttausendstel Zentimeter, und die Zeit, die zwischen zwei Zusammenstößen eines Moleküls mit seinen Nachbarn verstreicht, beträgt ein Zehntausendstel einer Millionstel Sekunde.

Nichts bringt die Leute mit den verbundenen Augen dazu, sich an einer Stelle des Platzes zu sammeln. Im Gegenteil: Ihre ständige Bewegung würde jede Ansammlung vom Durchmesser D in der Zeit D/V zerstreuen.



D/V ist die Zeit, die eine Person braucht, um die Strecke D zurückzulegen, um also den Ort der Ansammlung zu verlassen.



Da die Leute, mit den verbundenen Augen außerdem stumm sind, reichen ihre Kontakte nicht weiter als ihre Hände. Wenn nun in diese Menschenmenge ein Gegenstand mit einer Geschwindigkeit v eindringt, die kleiner ist als die Geschwindigkeit V, mit der sich die Leute bewegen, so können sie sich über das Ereignis nur informieren, indem sie zusammenstoßen. Diese Information breitet sich mit der Geschwindigkeit V aus, mit der sich die Leute bewegen, das heißt, die Leute können dem eindringenden Gegenstand ausweichen, bevor er sie erreicht.

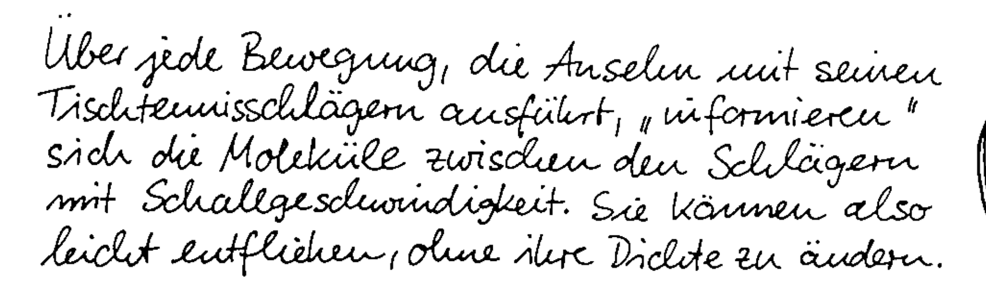
DER SCHALL

Er ist eine Art Welle, die sich mit der Geschwindigkeit V bewegt.

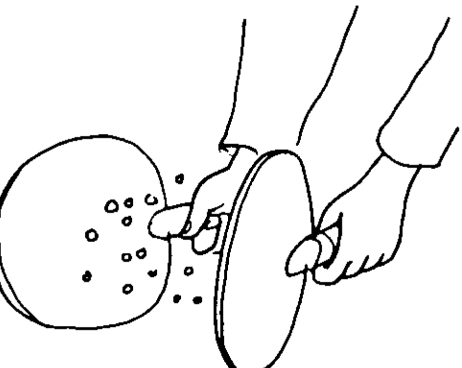


Es sei darauf hingewiesen, daß der Schall die Fortpflanzung eines Impulses ist, während die Materie, in der er sich ausbreitet, an ihrer Stelle verbleibt.

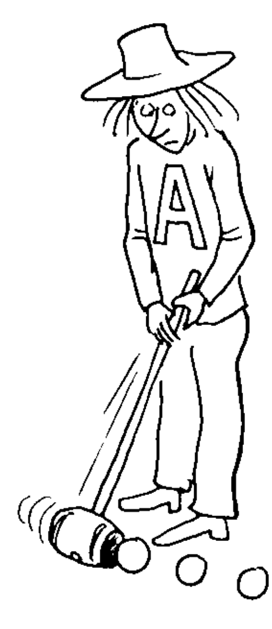
Der Schall ist eine DRUCKWELLE.

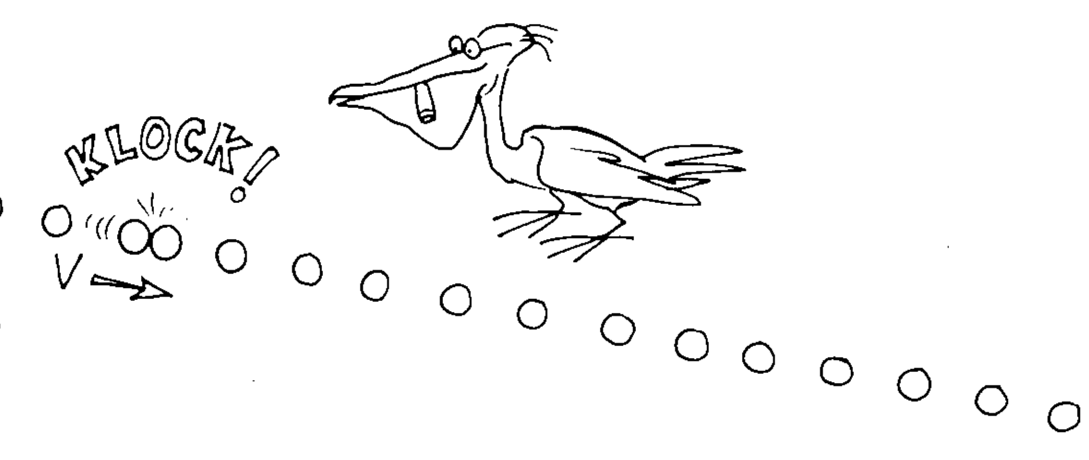


Über jede Bewegung, die Anselm mit seinen Tischtennisschlägern ausführt, „informieren" sich die Moleküle zwischen den Schlägern mit Schallgeschwindigkeit. Sie können also leicht entfliehen, ohne ihre Dichte zu ändern.



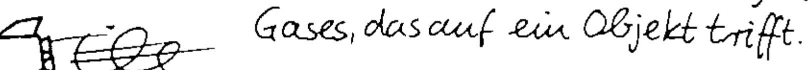
Anselm hat Krocket-Kugeln in eine Reihe gelegt. Er gibt der ersten Kugel einen Impuls, sie überträgt ihn auf die zweite, diese auf die dritte und so weiter. Anselms Kugeln bilden ein lineares Modell der Fortpflanzung des Schalls.

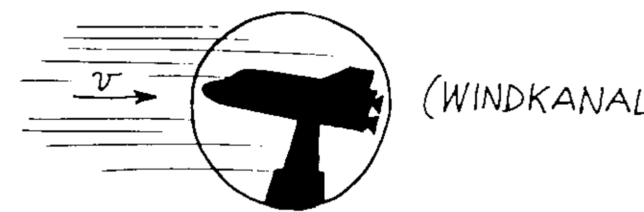




FORTPFLANZUNG DES IMPULSES

Geschwindigkeit ist relativ. Für uns macht es keinen Unterschied, ob v die Geschwindigkeit eines Objekts ist, das in ein ruhendes Gas eindringt, oder die Geschwindigkeit eines Gases, das auf ein Objekt trifft.





(WINDKANAL)

Das Verhältnis $M = \frac{v}{V}$ wird als MACH-ZAHL bezeichnet, wenn V die Schallgeschwindigkeit ist. Ein strömendes Fluid befindet sich im Unterschallbereich, solange v kleiner als V und damit M kleiner als 1 bleibt. Es fließt dann mit gleichbleibender Dichte und wird „INKOMPRESSIBEL" genannt.



DAS GESETZ VON BERNOULLI




So, ich bin fertig.
Fertig? Mit was?
Mit meinem automatischen Belüftungssystem.
Der Wind bläst. Das ist gut. Spürst Du, wie er die Luft aus dem Bau saugt?
?!?
Ja, aber warum wird die Luft aus dem Bau gesogen?
Der Hügel ist für die strömende Luft ein Hindernis. Um es zu überwinden, muß sie sich beschleunigen...
Beschleunigen? Wie?


Wie in den Stromschnellen.
Kapiert!
... um ein konstantes Strömen zu gewährleisten
Gut es geht schneller. Aber ich verstehe das mit dem Ansaugen nicht.
Ein Paket von Luftmolekülen, das durch ein sich verengendes Rohr strömt, muß beschleunigt werden. Das geschieht so, daß die Luft hinter ihm stärker drückt als vor ihm. Es gelangt also aus einem Gebiet höheren in ein Gebiet niedrigeren Drucks.
An der engsten Stelle ist also der Druck am niedrigsten?
Richtig! Und danach, wenn das Rohr wieder weiter wird, nimmt er wieder zu.
Und daher wird die Luft aus dem Bau gesogen.


Wie kommt es, daß Sie so gelehrt sind?
Ich habe mich in die Materie hineingewühlt.
Merkwürdig: Als wir hielten, war das Verdeck ganz entspannt und hing nach innen. Jetzt, da wir fahren, ist es aufgeblasen und nach außen gewölbt.
Obwohl die Luft darauf drückt!
Das ist wie beim Maulwurfshügel. Unsere „Ente" ähnelt ihm ein bißchen...
... also muß sich die Luft beschleunigen, um das Auto zu umfließen. Dabei sinkt der Druck und das Verdeck wird angesogen. Kapiert!


Aus dem gleichen Grund steigt das Parfüm in meinem Zerstäuber hoch...
... und strömt dank dem Wind der Rauch aus den Schornsteinen.
Seit wann können Schornsteine sprechen?
Komisch, ich hätte eher geglaubt, daß sich die Luft in diesem Trichter verdichtet.
Gemäß dem Gesetz von BERNOULLI ändern sich Druck und Geschwindigkeit gegenläufig.
Die Direktion
Ja, Ja, die Eigenschaften der Fluide scheinen unserer Intuition und dem gesunden Menschenverstand reichlich oft zu widersprechen.

Ein Beispiel dafür, wie

PARADOX

die Folgen des Gesetzes von Bernoulli sein können:

Das sieht ganz vernünftig aus, aber...

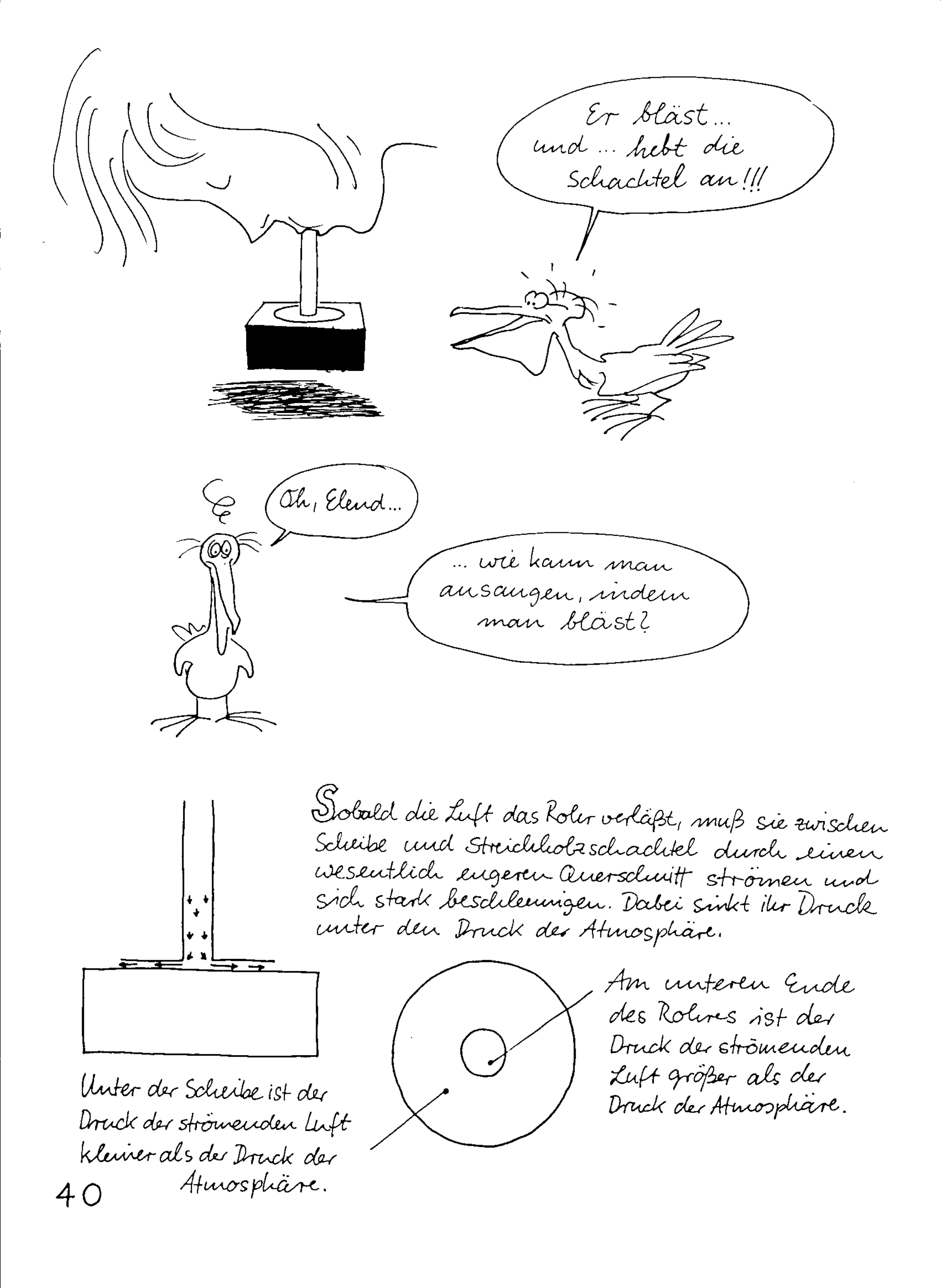
... was soll das sein? Schon wieder einer von diesen Tricks?

ANSAUGBLÄSER

ANSAUGBLÄSER

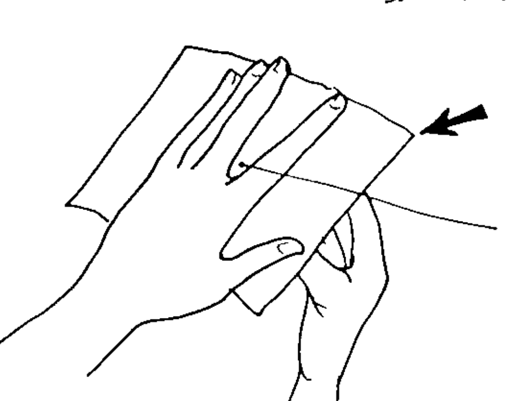
Offenbar ist das ein einfaches Rohr, das unten in eine Scheibe übergeht.

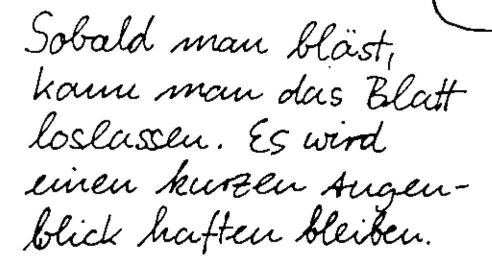
Ein Rohr, das er auf eine Streichholzschachtel setzt.

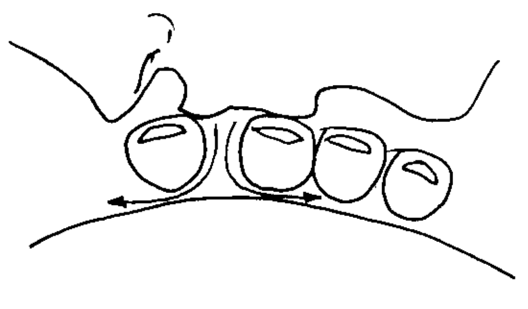

Er bläst...
und ... hebt die
Schachtel an!!!
Oh, Elend...
... wie kann man
ansaugen, indem
man bläst?
Sobald die Luft das Rohr verläßt, muß sie zwischen Scheibe und Streichholzschachtel durch einen wesentlich engeren Querschnitt strömen und sich stark beschleunigen. Dabei sinkt ihr Druck unter den Druck der Atmosphäre.
Am unteren Ende des Rohres ist der Druck der strömenden Luft größer als der Druck der Atmosphäre.
Unter der Scheibe ist der Druck der strömenden Luft kleiner als der Druck der Atmosphäre.



Ein ähnliches Experiment kann man mit einem einfachen Blatt Papier machen.





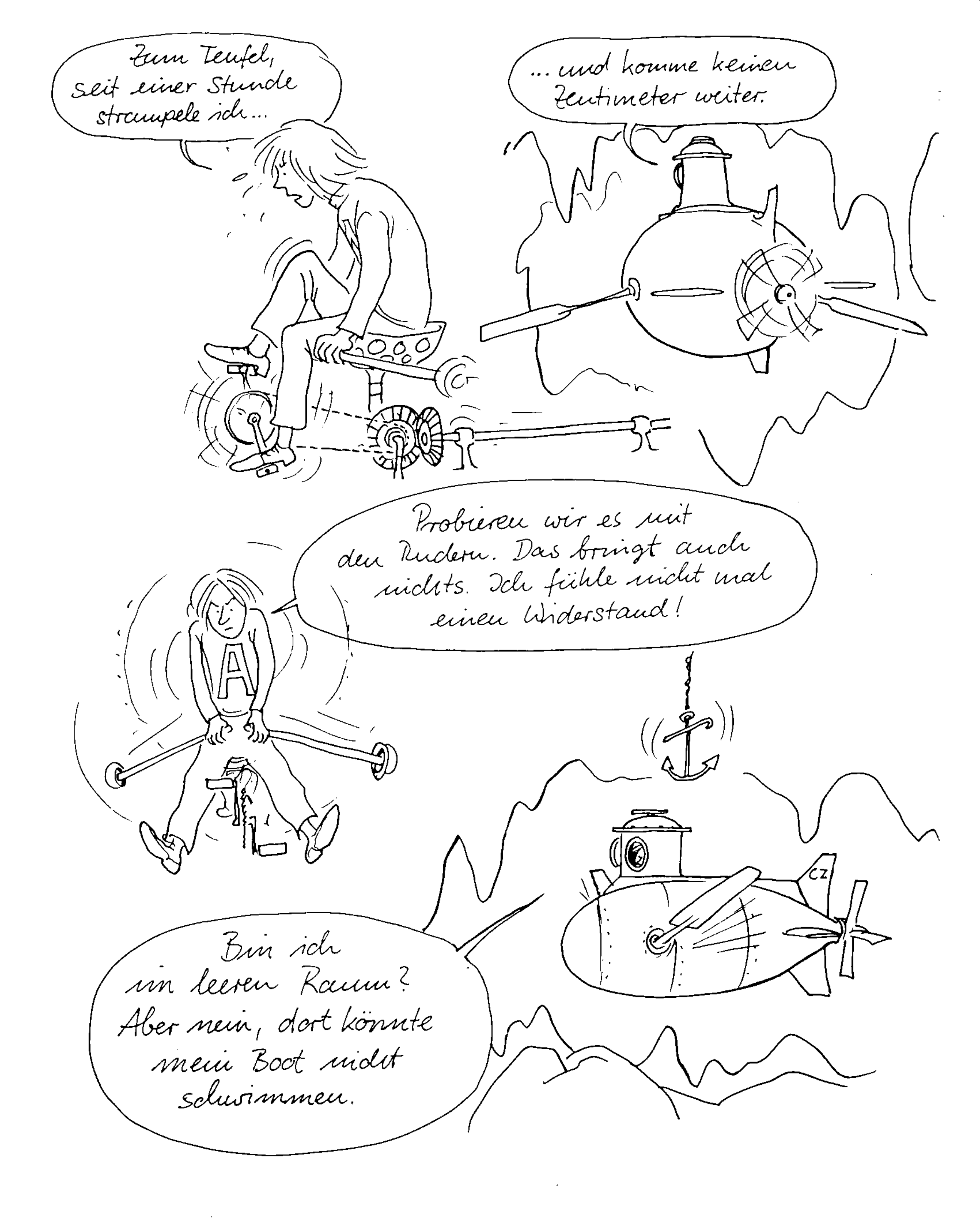


WOHLGEMERKT:
Man muß stark blasen!

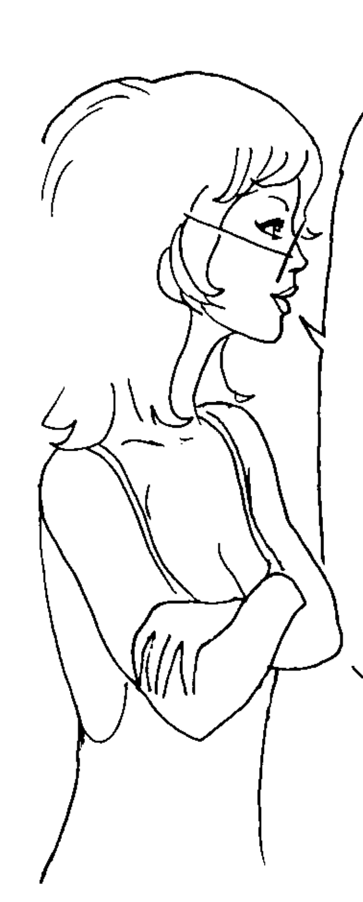

Fliegst Du ein wenig mit?
Nach allem, was ich heute gesehen habe, ziehe ich es vor, zu Fuß zu gehen.
Fluide, Dichte, Druck, Temperatur, Reaktion, Bernoulli. Ich habe alle Trümpfe, um zu fliegen.
TEMPERATUR
REAKTION
BERNOULLI
DRUCK
FLU
DICH
Nein, einer fehlt Dir.
Welcher?
?

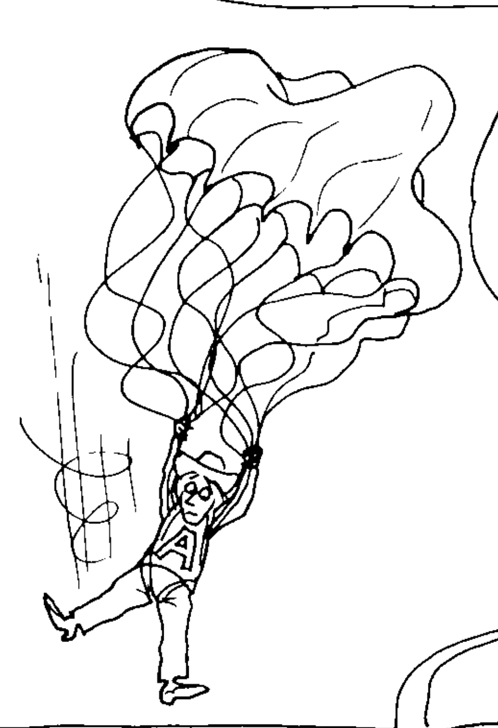
ANSELMS TRAUM:

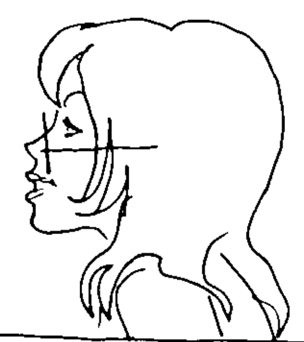



Zum Teufel, seit einer Stunde strampele ich ...
... und komme keinen Zentimeter weiter.
Probieren wir es mit den Rudern. Das bringt auch nichts. Ich fühle nicht mal einen Widerstand!
CZ
Bin ich im leeren Raum? Aber nein, dort könnte mein Boot nicht schwimmen.


Sieh da, mir scheint, ich steige auf.
!..
Bei allen Wirbeln der Hölle, Sophie erkläre mir, was das bedeuten soll!
SUPERFLÜSSIGES HELIUM


Du warst in superflüssigem Helium. Erinnere Dich an die Geschichte mit dem Sand. Die Reibung zwischen den Körnern war so stark, daß der Sand nur zäh floß. Hier haben wir das Gegenteil:
Unterhalb einer sehr tiefen Temperatur wird die Fließfähigkeit des Heliums unendlich und alle Reibungen werden zu Null.
Aber welche Beziehung besteht zwischen der Reibung und den Rudern, dem Fliegen oder der Wirkung einer Schiffsschraube?




In gewissem Sinn hattest Du vorhin mit deinem Regenschirm recht: Um in der Luft zu bleiben, muß man sich an ihr festhalten können.
Wäre die Luft SUPERFLÜSSIG, so wäre auch ein Fallschirm wirkungslos. Noch schlimmer: er würde sich nicht einmal öffnen, und Du müßtest im freien Fall zur Erde stürzen.

Das erste Tier, das versuchte, in den Himmel aufzusteigen, begriff sehr schnell, daß es sich auf die eine oder andere Weise an der Luft festhalten mußte.

Der Flug eines Gegenstandes, der schwerer ist als Luft, läßt sich mit einem Rennen auf einem Boden vergleichen, der ständig nachgibt und unter den Füßen zurückweicht.



Man muß aber in diesem Medium erstmal einen Halt finden.

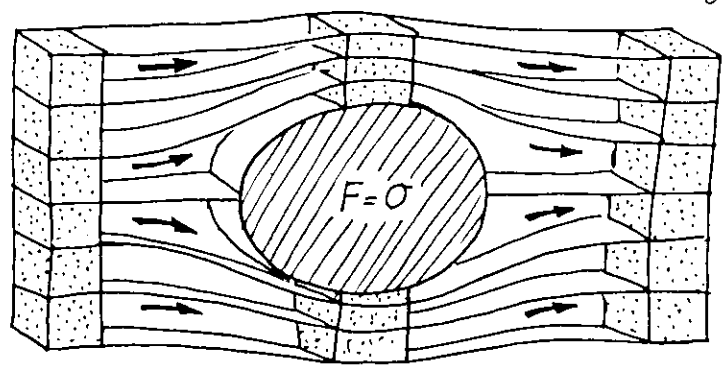
Wäre die Luft superflüssig, so glitten ihre Moleküle aneinander und an allen Gegenständen ohne die geringste Reibung vorbei. Die Vögel wären gezwungen, zu Fuß zu gehen, Windräder könnten sich nicht drehen, und Lufttransporte ließen sich nur mit Luftschiffen bewerkstelligen, die einen Düsenantrieb haben.

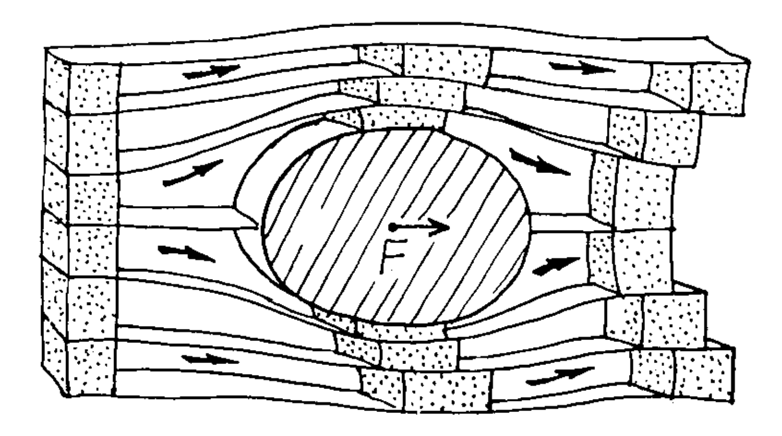
Die Reibung der Gasmoleküle ist also eine Voraussetzung des Fliegens.

FLUIDE MIT REIBUNG



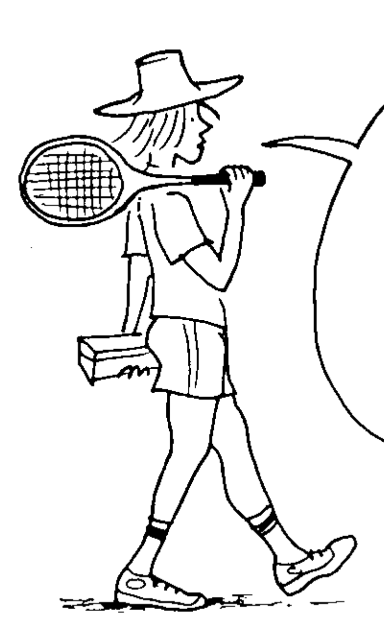
Wie diese Teller können übereinanderliegende Gasschichten nur unter Reibung aneinander vorbeigleiten.





Wir wollen uns ein ruhendes Objekt vorstellen, auf das die Moleküle eines strömenden Gases treffen. Die Moleküle denken wir uns in Schachteln untergebracht.

- Ist die Strömung reibungsfrei, so sind die „Molekülschachteln" hinter dem Objekt ebenso gestapelt, wie sie es vor ihm waren.
- Besteht dagegen eine Reibung, so wird sie die Moleküle, die nahe am Objekt vorbeiströmen, verlangsamen. Hinter dem Objekt werden die Schachteln gegeneinander verschoben. Das Objekt bremst das strömende Gas, und das Gas übt auf das Objekt eine Kraft F aus.

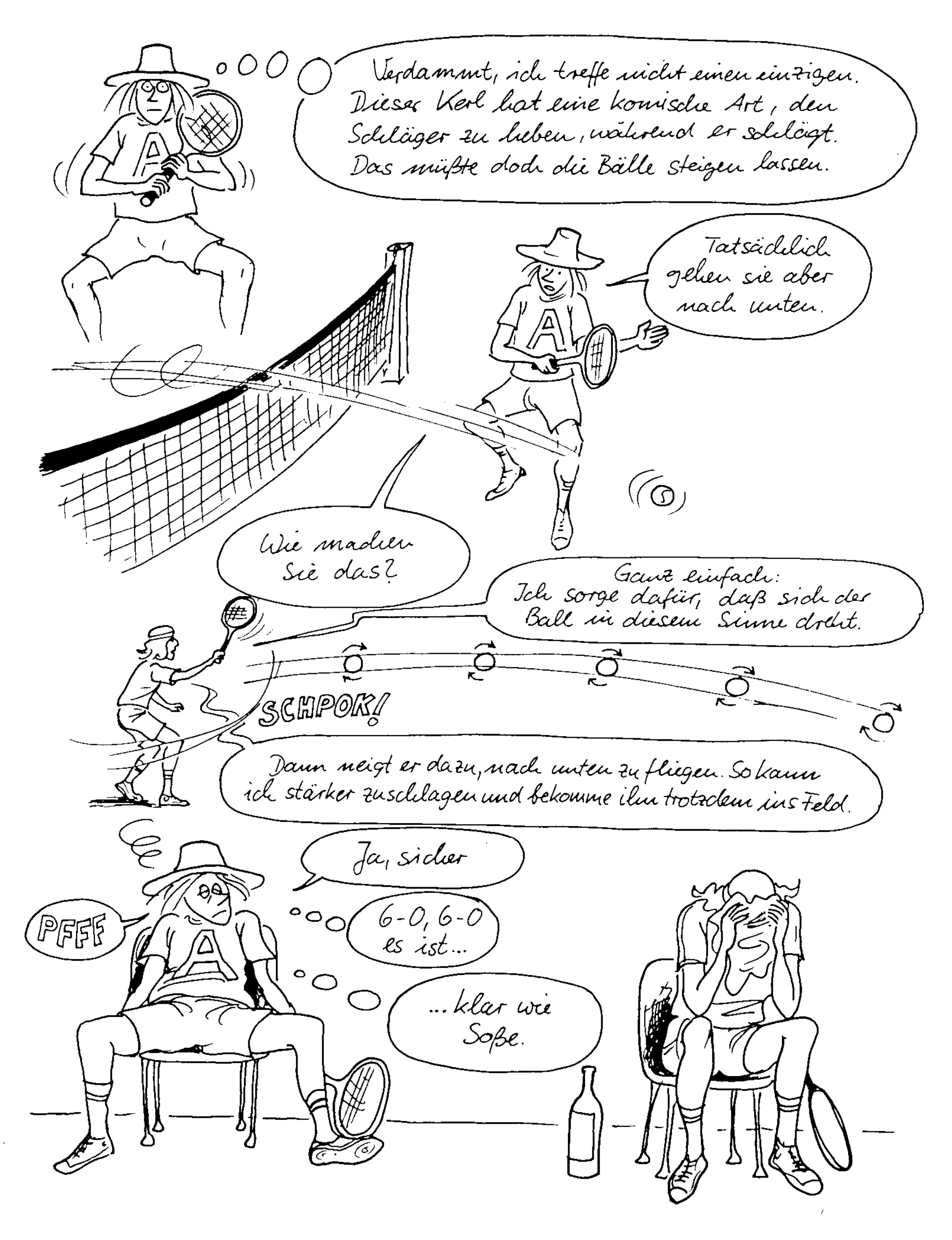


DER ANGESCHNITTENE BALL

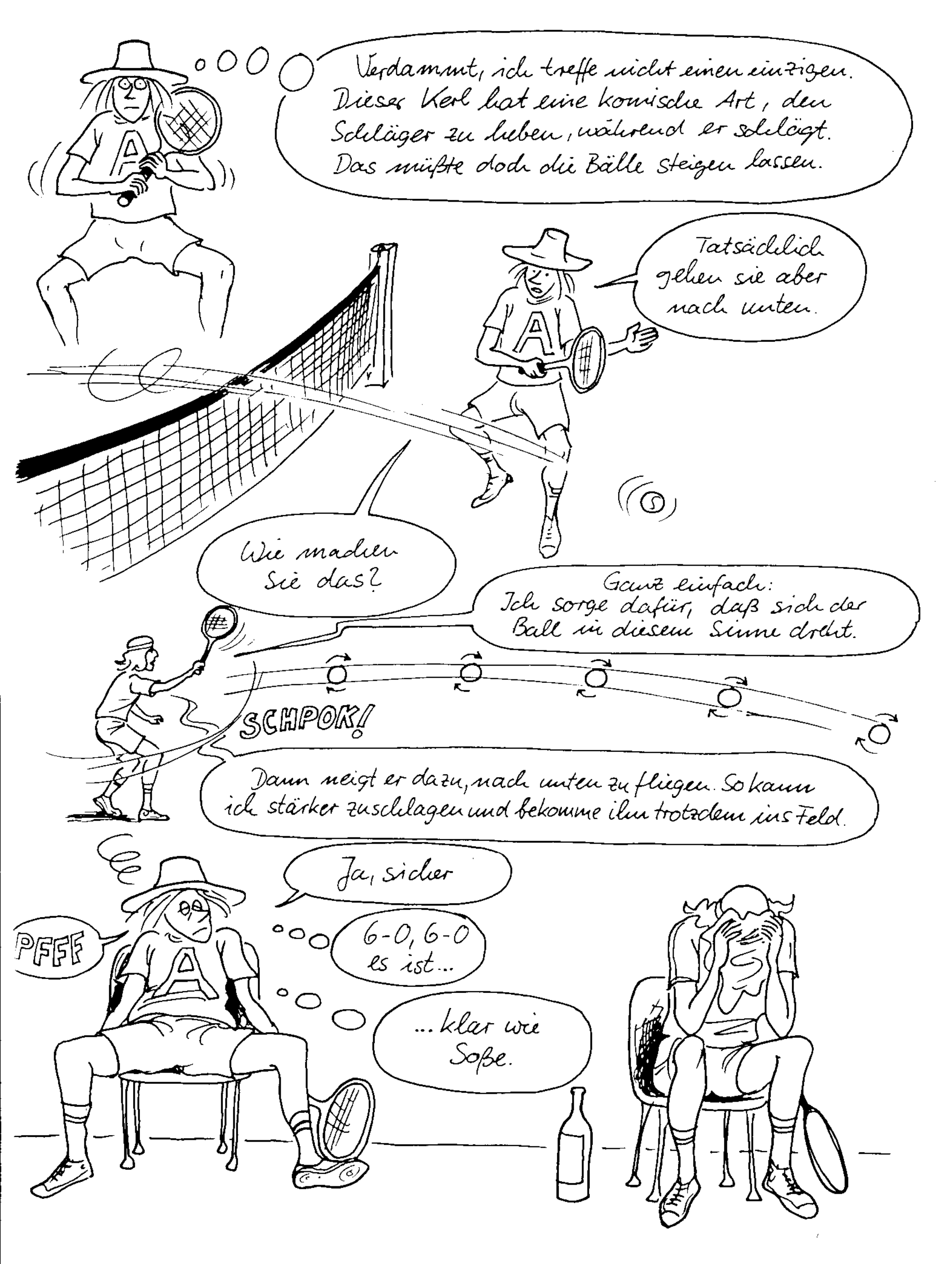
Ich muß mich eintragen. Ah, da ist ein freier Platz. Björn Borg... Kenn' ich nicht.

ready?

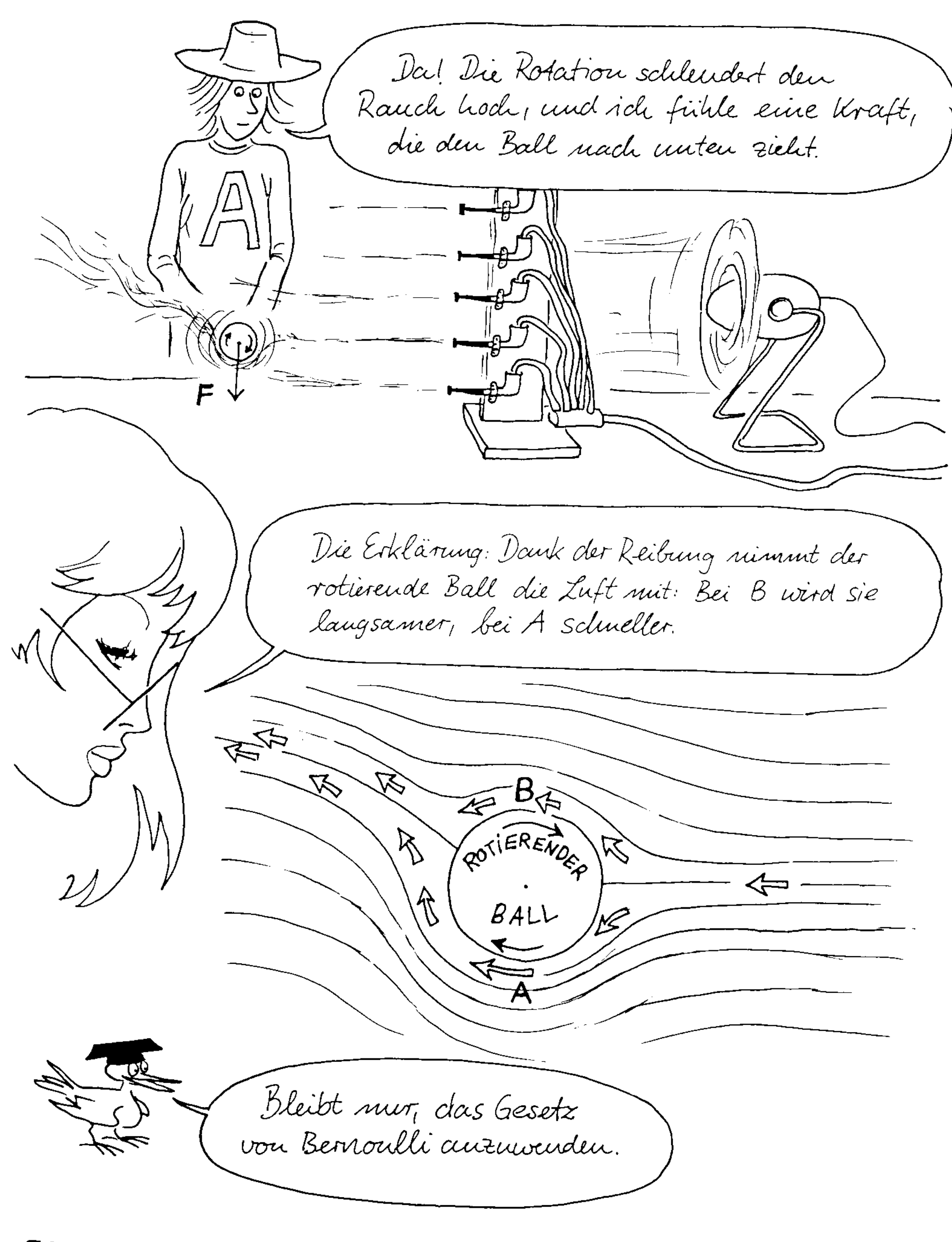
SCHPOK!

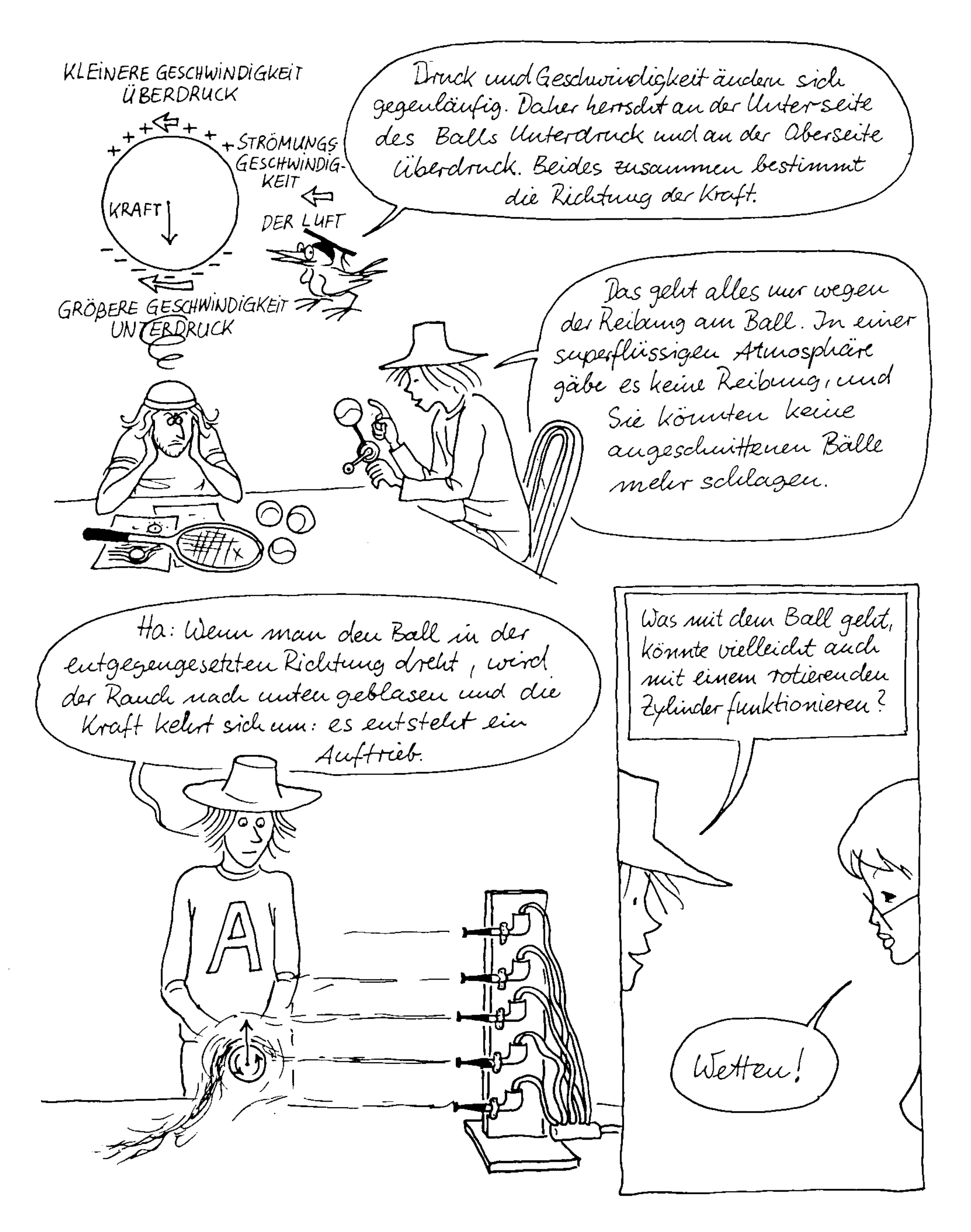

Verdammt, ich treffe nicht einen einzigen.
Dieser Kerl hat eine komische Art, den Schläger zu heben, während er schlägt.
Das müßte doch die Bälle steigen lassen.
Tatsächlich gehen sie aber nach unten.
Wie machen Sie das?
Ganz einfach: Ich sorge dafür, daß sich der Ball in diesem Sinne dreht.
SCHPOK!
Dann neigt er dazu, nach unten zu fliegen. So kann ich stärker zuschlagen und bekomme ihn trotzdem ins Feld.
Ja, sicher
PFFF
6-0, 6-0 es ist...
... klar wie Soße.


Nochmal: Borg jagt den Ball von links nach rechts. Wenn ich die Luft von rechts nach links strömen lasse, müßte das auf das Gleiche hinauslaufen.
Anselm fabriziert ein Gebläse.
Siehst Du, Sophie, der Rauch der Tabakpfeifen soll die Luftströmungen sichtbar machen.
Bleibt dafür zu sorgen, daß der Ball rotiert. Das müßte hinhauen.
Ha! Das geht prima!

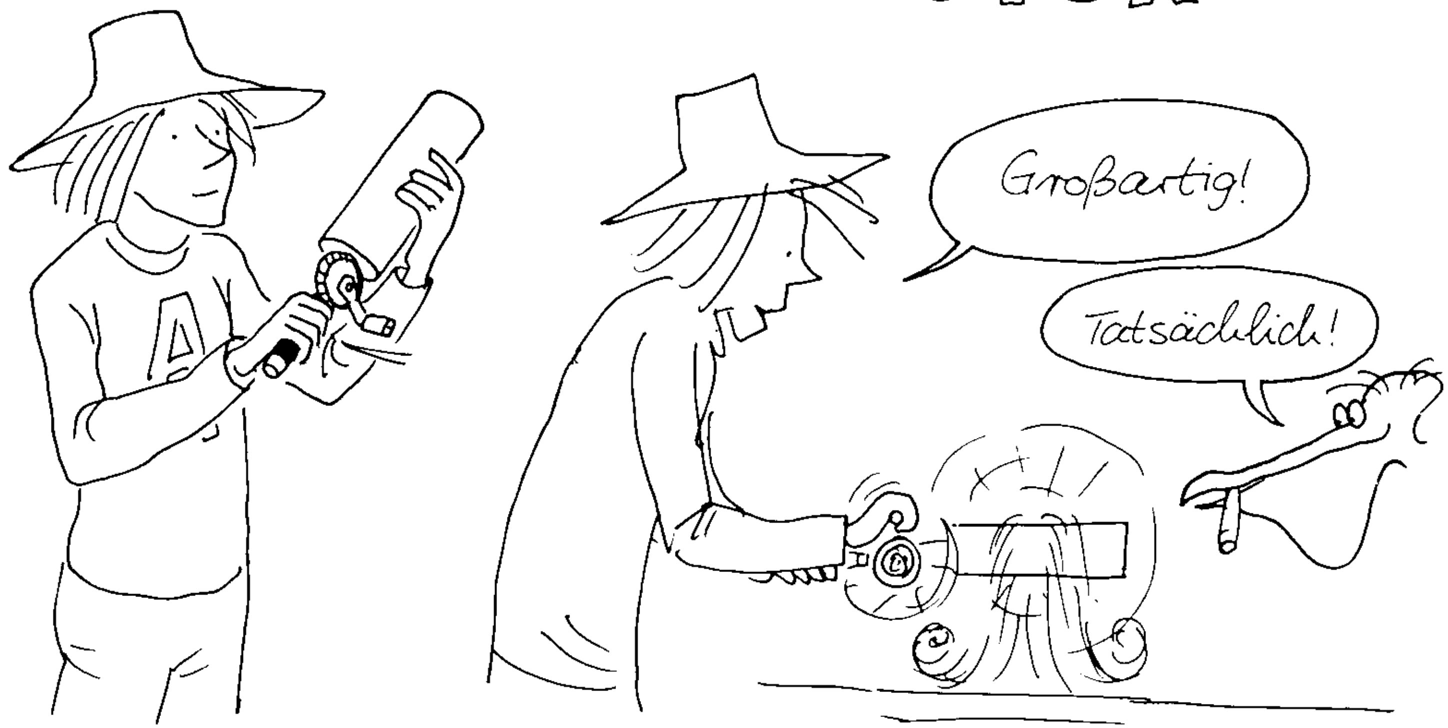

Verdammt, ich treffe nicht einen einzigen. Dieser Kerl hat eine komische Art, den Schläger zu heben, während er schlägt. Das müßte doch die Bälle steigen lassen.
Tatsächlich gehen sie aber nach unten.
Wie machen Sie das?
Ganz einfach: Ich sorge dafür, daß sich der Ball in diesem Sinne dreht.
SCHPOK!
Dann neigt er dazu, nach unten zu fliegen. So kann ich stärker zuschlagen und bekomme ihn trotzdem ins Feld.
Ja, sicher
PFFF
6-0, 6-0 es ist...
...klar wie Soße.


Nochmal: Borg jagt den Ball von links nach rechts. Wenn ich die Luft von rechts nach links strömen lasse, müßte das auf das Gleiche hinauslaufen.
Anselm fabriziert ein Gebläse.
Siehst Du, Sophie, der Rauch der Tabakpfeifen soll die Luftströmungen sichtbar machen.
Bleibt dafür zu sorgen, daß der Ball rotiert. Das müßte hinhauen.
Ha! Das geht prima!

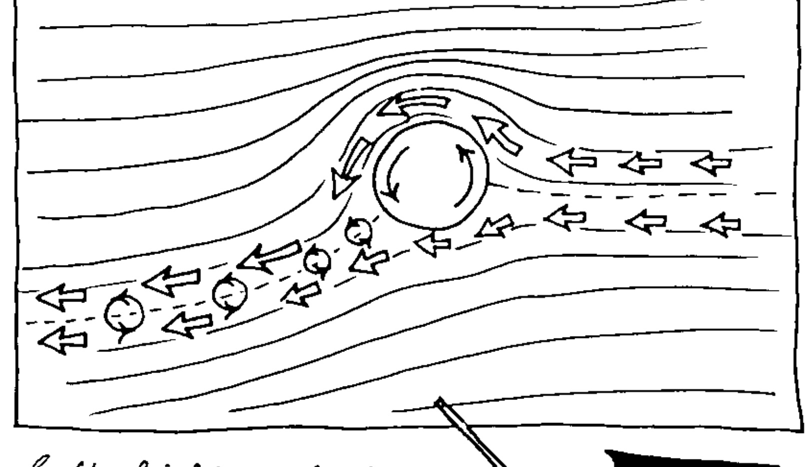

Da! Die Rotation schleudert den Rauch hoch, und ich fühle eine Kraft, die den Ball nach unten zieht.
A
F
Die Erklärung: Dank der Reibung nimmt der rotierende Ball die Luft mit: Bei B wird sie langsamer, bei A schneller.
B
ROTIERENDER BALL
A
Bleibt nur, das Gesetz von Bernoulli anzuwenden.


KLEINERE GESCHWINDIGKEIT
ÜBERDRUCK
STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT DER LUFT
KRAFT
GRÖßERE GESCHWINDIGKEIT
UNTERDRUCK
Druck und Geschwindigkeit ändern sich gegenläufig. Daher herrscht an der Unterseite des Balls Unterdruck und an der Oberseite Überdruck. Beides zusammen bestimmt die Richtung der Kraft.
Das geht alles nur wegen der Reibung am Ball. In einer superflüssigen Atmosphäre gäbe es keine Reibung, und Sie könnten keine angeschnittenen Bälle mehr schlagen.
Ha: Wenn man den Ball in der entgegengesetzten Richtung dreht, wird der Rauch nach unten geblasen und die Kraft kehrt sich um: es entsteht ein Auftrieb.
Was mit dem Ball geht, könnte vielleicht auch mit einem rotierenden Zylinder funktionieren?
Wetten!

DER FLETTNER-ROTOR



Liebe Kollegen und Freunde, lassen Sie uns gemeinsam überlegen, was in der Strömung vorgeht. Die Drehung des Zylinders erzeugt unterschiedliche Geschwindigkeiten in der oberen und unteren Strömung.



Wenn sich die beiden Luftschichten hinter dem Zylinder wieder vereinigen, reiben sie sich aneinander. Dadurch werden

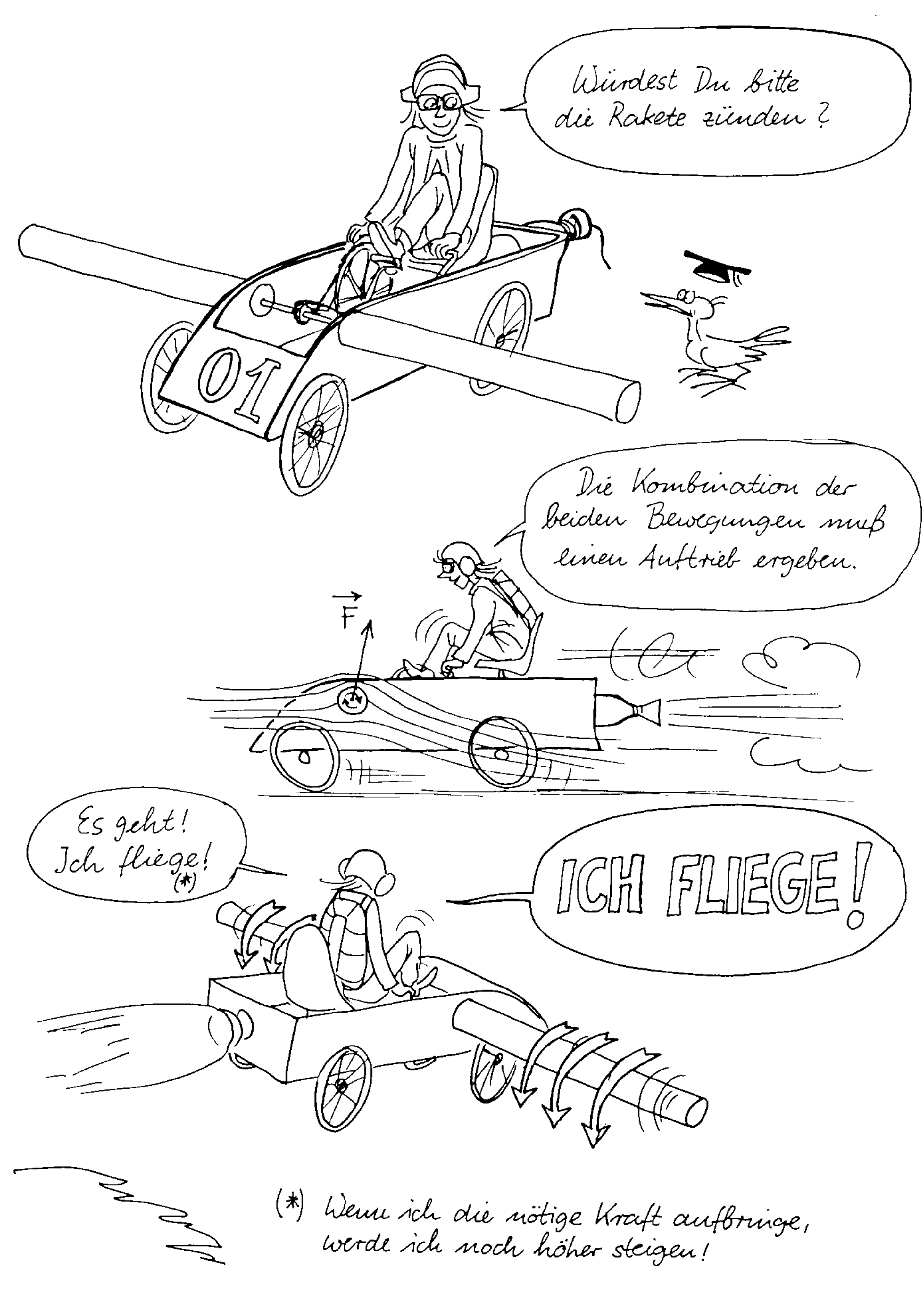
a) Mikroturbulenzen erzeugt, und

b) die Unterschiede zwischen den Geschwindigkeiten ausgeglichen.

Infolge der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten oberhalb und unterhalb des Zylinders besteht (nach dem Gesetz von Bernoulli) ein Druckunterschied, und dieser erklärt die Krümmung der Strömungslinien.

OBEN UNTEN


Wenn ich einen rotierenden Zylinder in der Luft bewege, so muß die Luft ihn tragen können. Ha! Sollte sich auf diese Weise eine fliegende Maschine bauen lassen?
KLONK KLONK!
SCHWIEE
Was soll denn das?
Jetzt brauche ich nur noch eine Antriebsrakete.
Das sieht kompliziert aus!



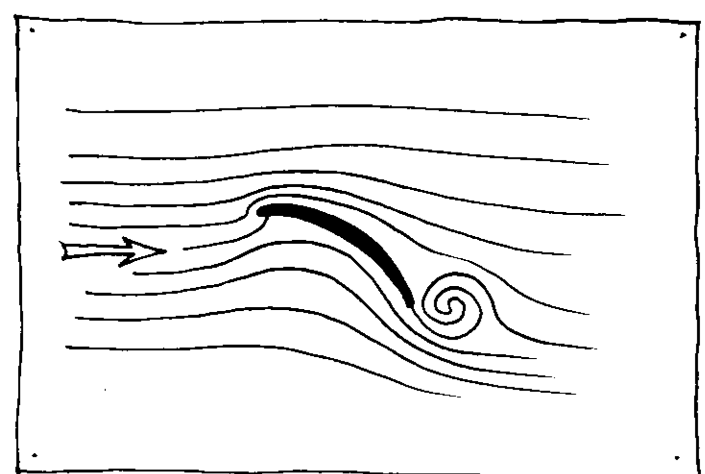
(*) Wenn ich die nötige Kraft aufbringe, werde ich noch höher steigen!


Hilfe!
Meine Maschine geht in den Sturzflug über!
Das ist ganz normal. Da Du die Luft in Drehungen versetzt, beginnst Du selbst, Dich im entgegengesetzten Sinn zu drehen.
Das ist das Prinzip von AKTION und REAKTION.
Was für ein Prinzip?
01
Anselm, hättest Du mich doch vorher gefragt! Es geht alles viel einfacher, aber Du willst immer alles selbst machen. Komm' jetzt, der Kaffee ist fertig!

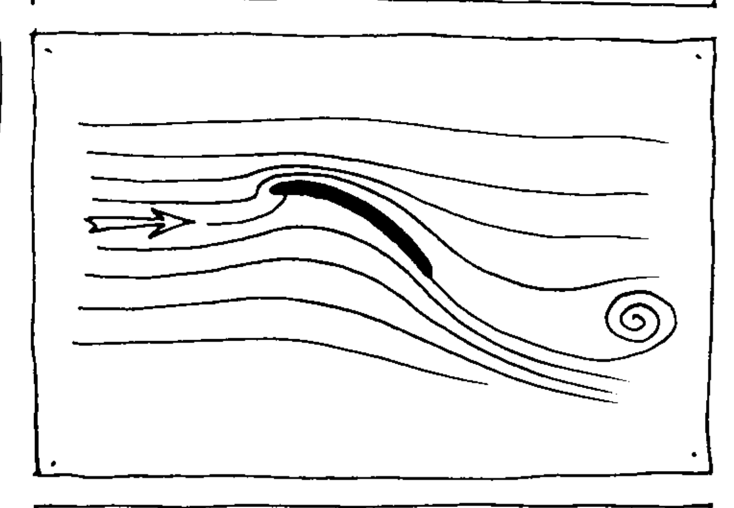

Oh, diese Abenteuer!
Komisch, was in einer Tasse Kaffee passiert!
Wenn ich den Löffel vorsichtig bewege, fühle ich nur einen schwachen Widerstand...
... wenn ich ihn aber schnell bewege, löst sich ein Wirbel ab.

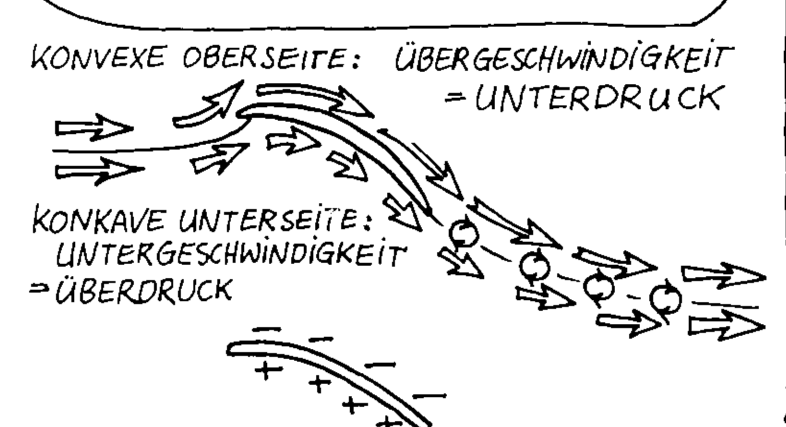


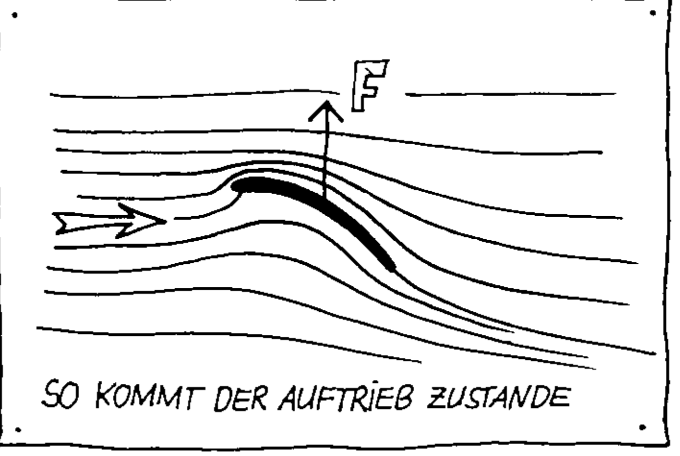


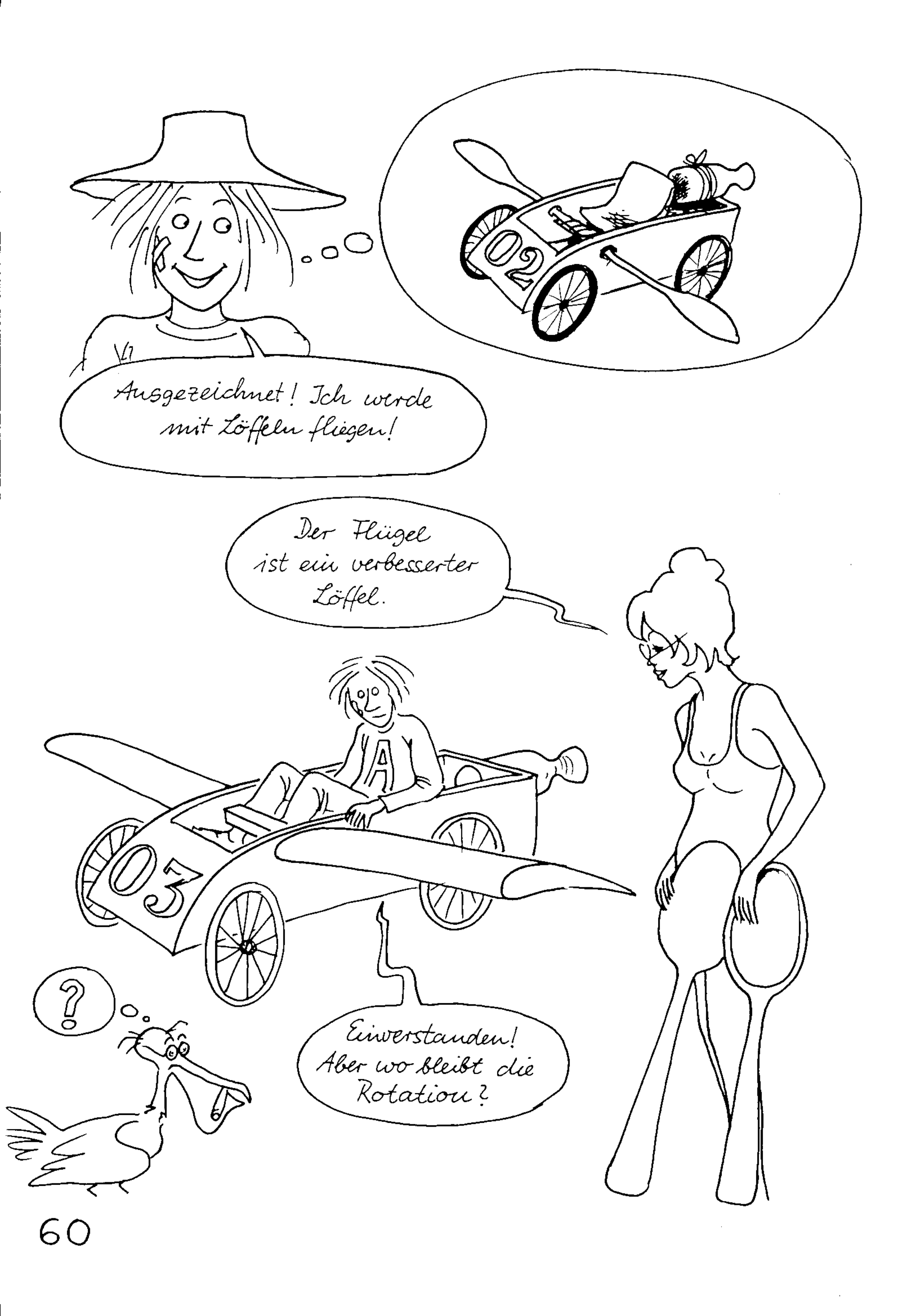


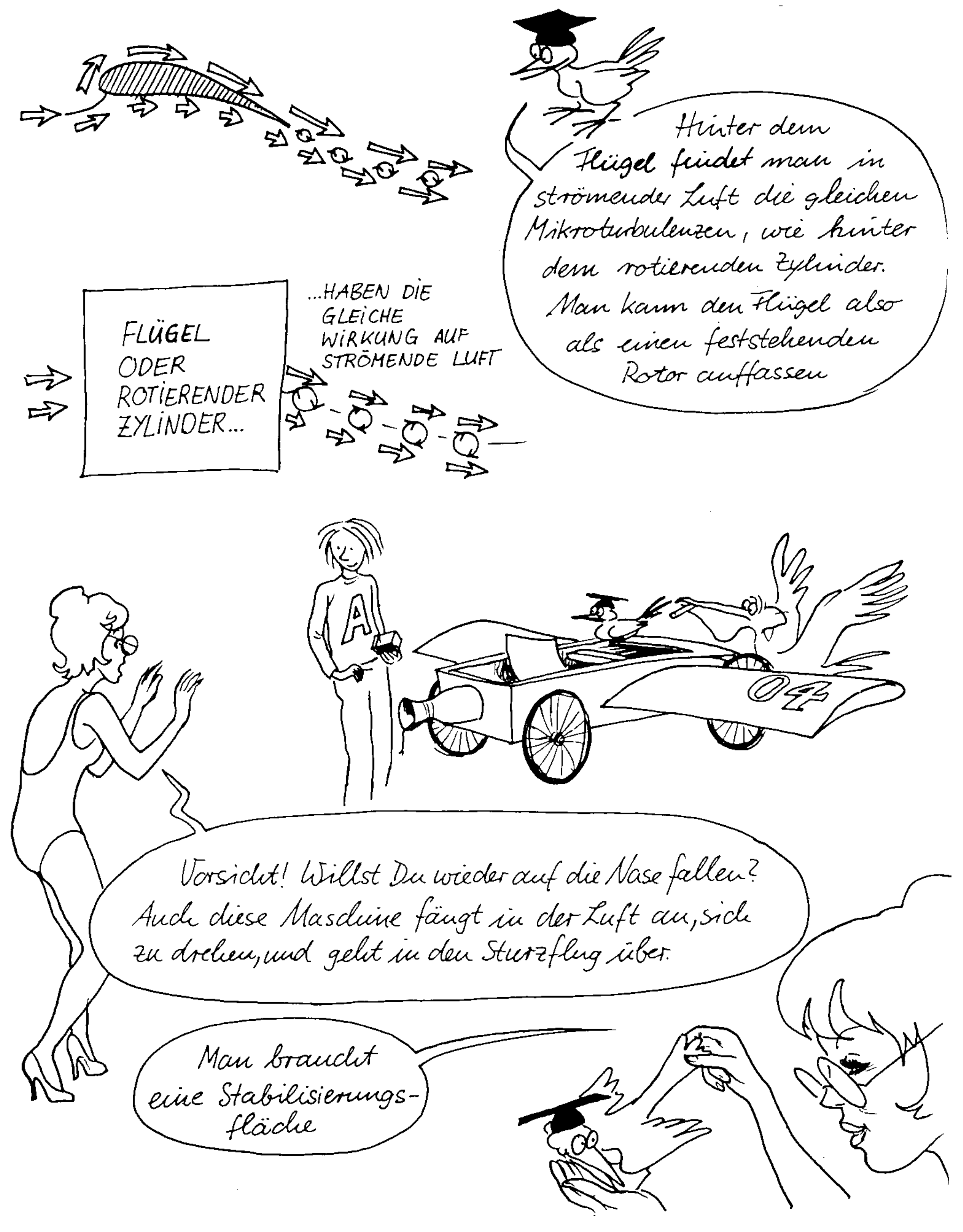
In den Zeichnungen hier siehst Du, wie sich die Strömung rings um den Löffel ändert, wenn Du ihn schneller bewegst. Der Kaffee strömt an der nach außen gewölbten (konvexen) Oberseite schneller als an der nach innen gewölbten (konkaven) Unterseite, und hinter dem Löffel löst sich ein Wirbel ab.

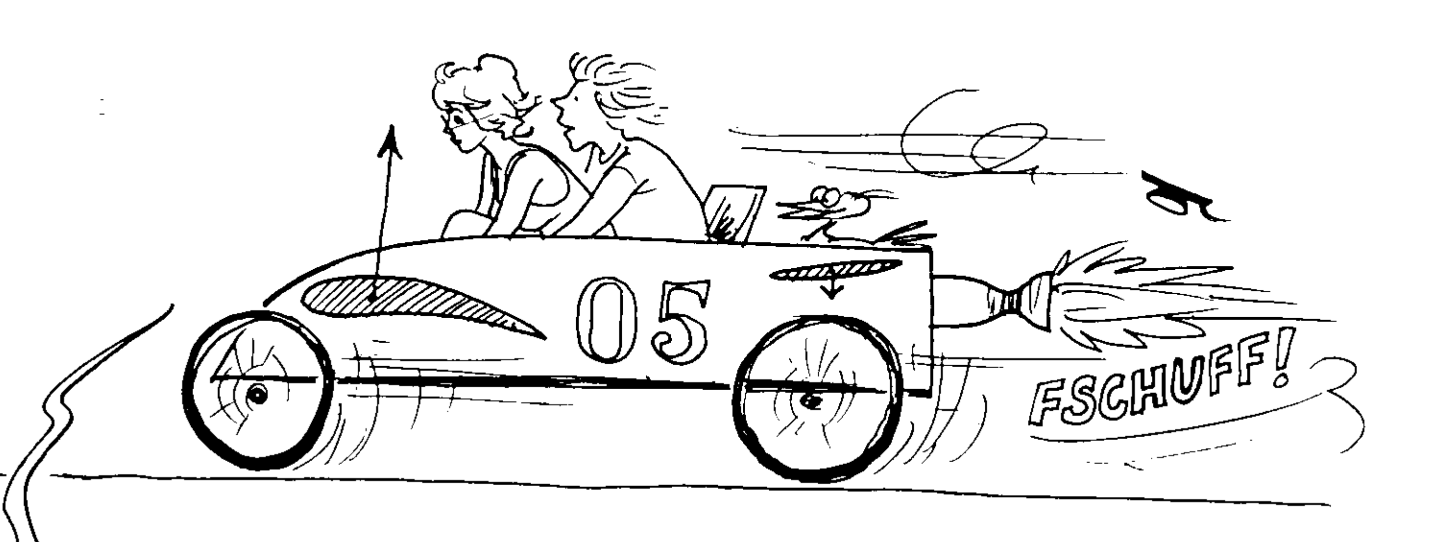







02
Ausgezeichnet! Ich werde mit Löffeln fliegen!
Der Flügel ist ein verbesserter Löffel.
A
03
?
Einverstanden! Aber wo bleibt die Rotation?


Hinter dem Flügel findet man in strömender Luft die gleichen Mikroturbulenzen, wie hinter dem rotierenden Zylinder. Man kann den Flügel also als einen feststehenden Rotor auffassen
FLÜGEL ODER ROTIERENDER ZYLINDER...
...HABEN DIE GLEICHE WIRKUNG AUF STRÖMENDE LUFT
A
04
Vorsicht! Willst Du wieder auf die Nase fallen? Auch diese Maschine fängt in der Luft an, sich zu drehen, und geht in den Sturzflug über.
Man braucht eine Stabilisierungsfläche



Die Stabilisierungsfläche ist ein kleiner Flügel, der in der Gegenrichtung geneigt ist und daher einen negativen Auftrieb erzeugt. Er drückt den Schwanz des Flugzeuges nach unten und verhindert, daß die Maschine nach vorn kippt.

Siehst Du Anselm, jetzt stabilisiert sich unser System von selbst!

Ja, ja!

05

Wenn es beginnt, sich auf die Nase zu stellen, lenkt der Druck auf die Stabilisierungsfläche die Maschine in die Flugrichtung zurück.


Die Stabilisierungsfläche hilft uns auch beim Aufstieg.
Anselm, hörst Du, was ich Dir sage?
Aber ja doch ... aber ja doch!
Es ist wunderbar sich selbst-stabilisiert zu fühlen.

Und so lernte Anselm
das Fliegen. Am Ende war alles
furchtbar einfach. Und sein Interesse
an der Wissenschaft wuchs
mit der Flughöhe.

ENDE


Sie verstehen:
Ohne die Reibung der Luft
wäre die Strömung am Profil
ganz und gar anders
und würde keinen
Auftrieb liefern.


WOLLEN SIE
MIT MIR FLIEGEN?

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

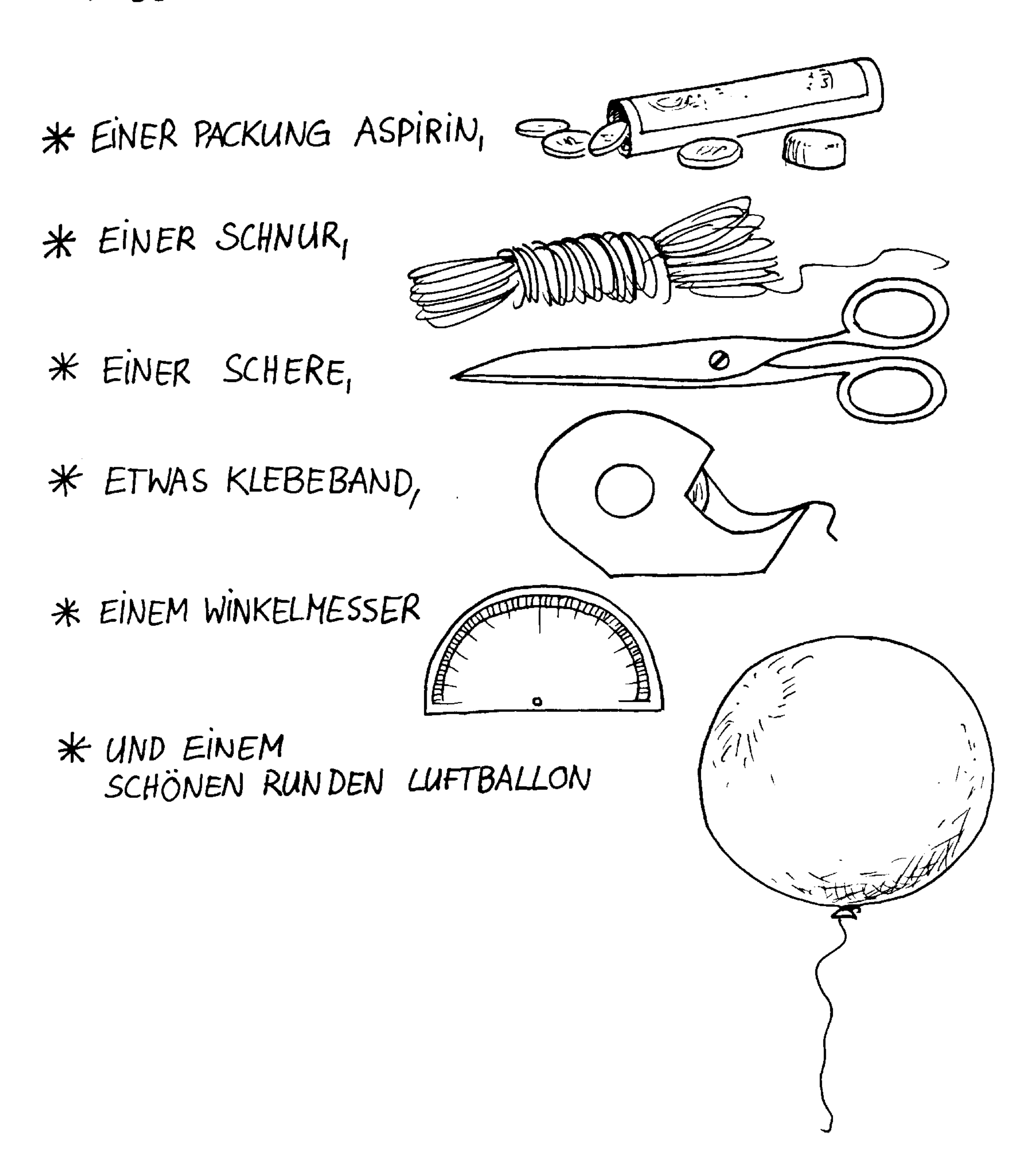

Ist ein Mathematiker in der Nähe?

WARNUNG

DIESES BUCH IST WEDER EIN LEHRBUCH NOCH EIN KURSBUCH. ES IST EINFACH DIE GESCHICHTE VON ANSELM WÜẞTEGERN UND EINER SEINER REISEN INS LAND DER GEOMETRIE.

AM BESTEN LESEN SIE DIESES BUCH MIT:

* EINER PACKUNG ASPIRIN,
* EINER SCHNUR,
* EINER SCHERE,
* ETWAS KLEBEBAND,
* EINEM WINKELMESSER
* UND EINEM SCHÖNEN RUNDEN LUFTBALLON



Die Gesellschaft Euklid & Co wurde im dritten Jahrhundert vor Christus in Alexandrien gegründet. Zweitausendzweihundert Jahre lang florierte das Geschäft. Die Produkte wurden überall geschätzt, und die Kundschaft war zufrieden und treu.



Dann aber änderte sich der Geschmack der Kunden. Aufgrund seltsamer Experimente fragten sich zunächst wenige und dann immer mehr, ob die Produkte von Euklid & Co wirklich überall und für alles die besten seien.

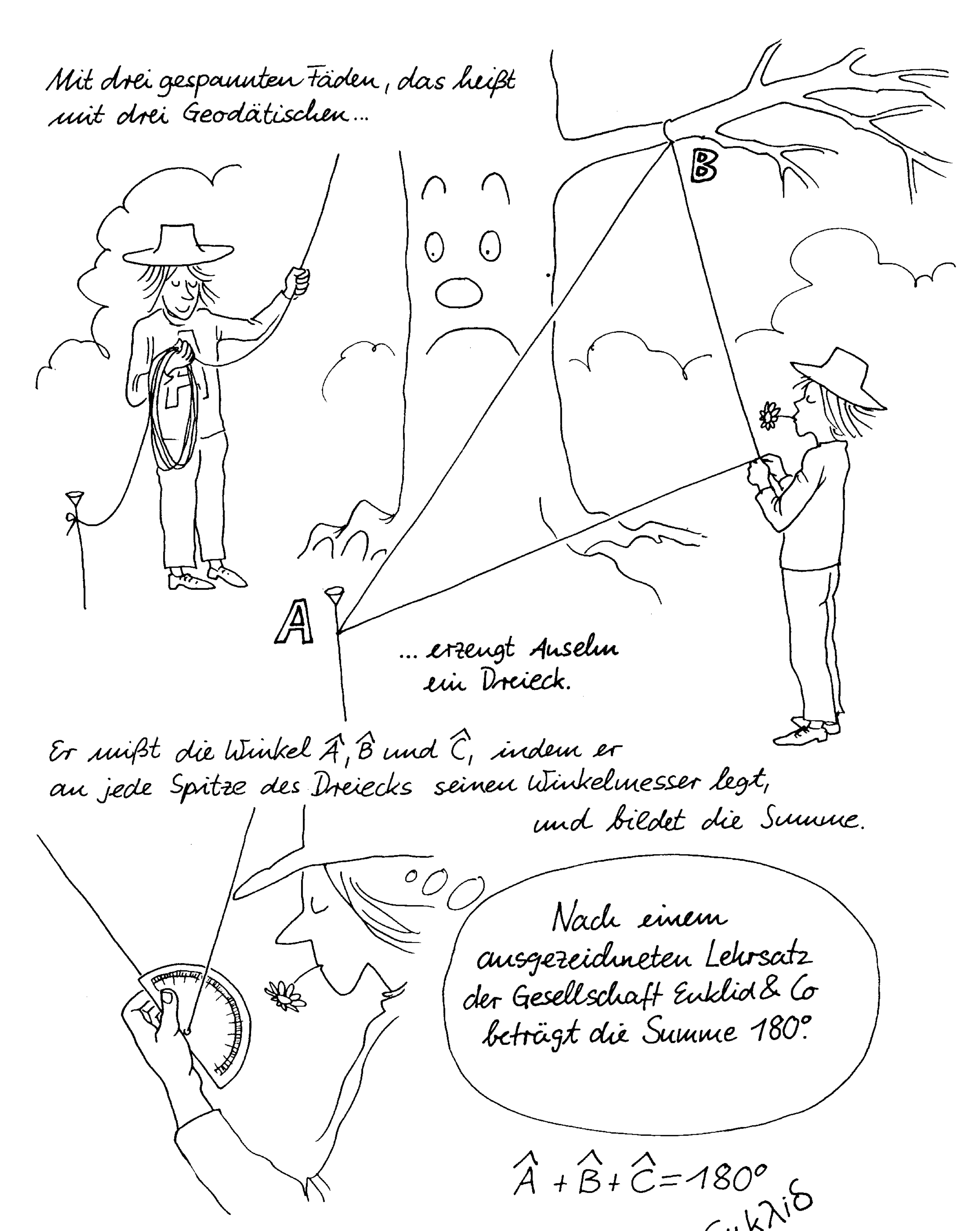
Wir erzählen Ihnen hier die Geschichte von einem dieser Zweifler.



VORWORT:

Eines Tages beschloß Anselm, zwischen zwei Stangen eine Schnur zu spannen.

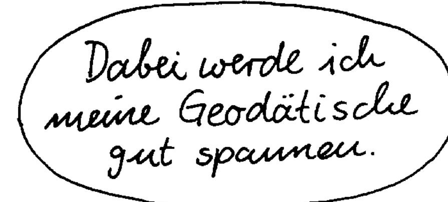


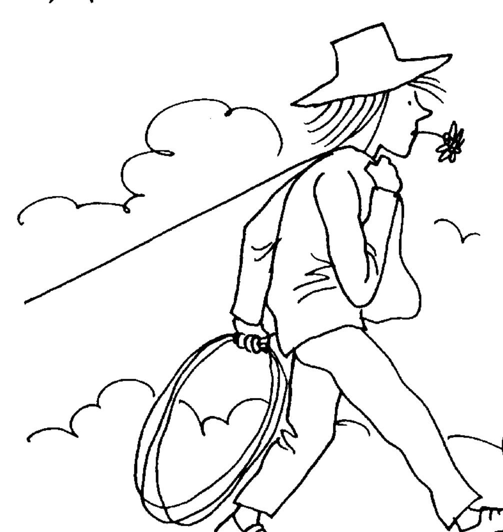


Mit drei gespannten Fäden, das heißt mit drei Geodätischen...
B
A
... erzeugt Anselm ein Dreieck.
Er mißt die Winkel Â, B̂ und Ĉ, indem er an jede Spitze des Dreiecks seinen Winkelmesser legt, und bildet die Summe.
Nach einem ausgezeichneten Lehrsatz der Gesellschaft Euklid & Co beträgt die Summe 180°.
Â + B̂ + Ĉ = 180°
Ευκλιδ

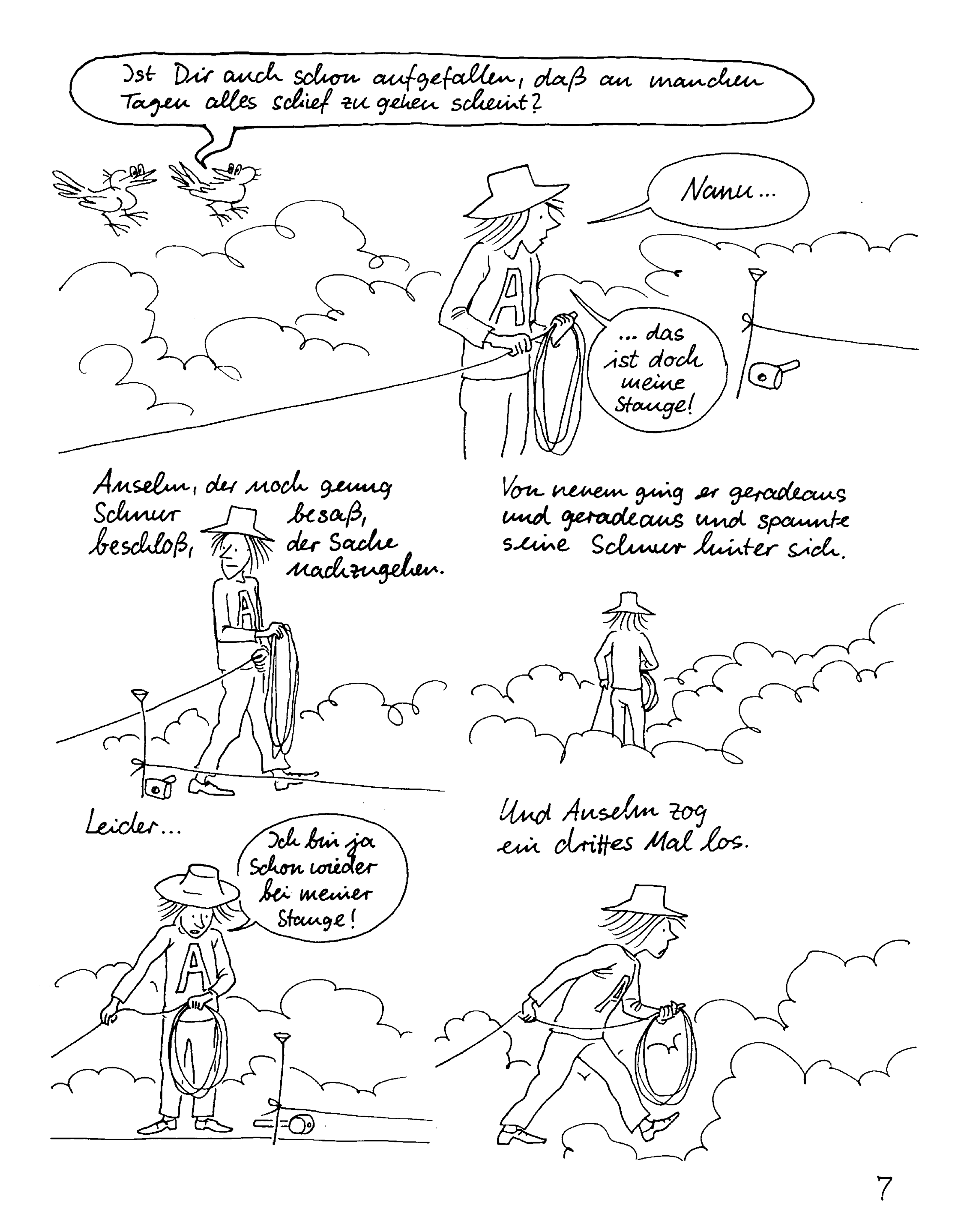
Die Welt, in der Anselm lebte, war nebelig und trüb. Man sah manchmal die Hand vor den Augen nicht.







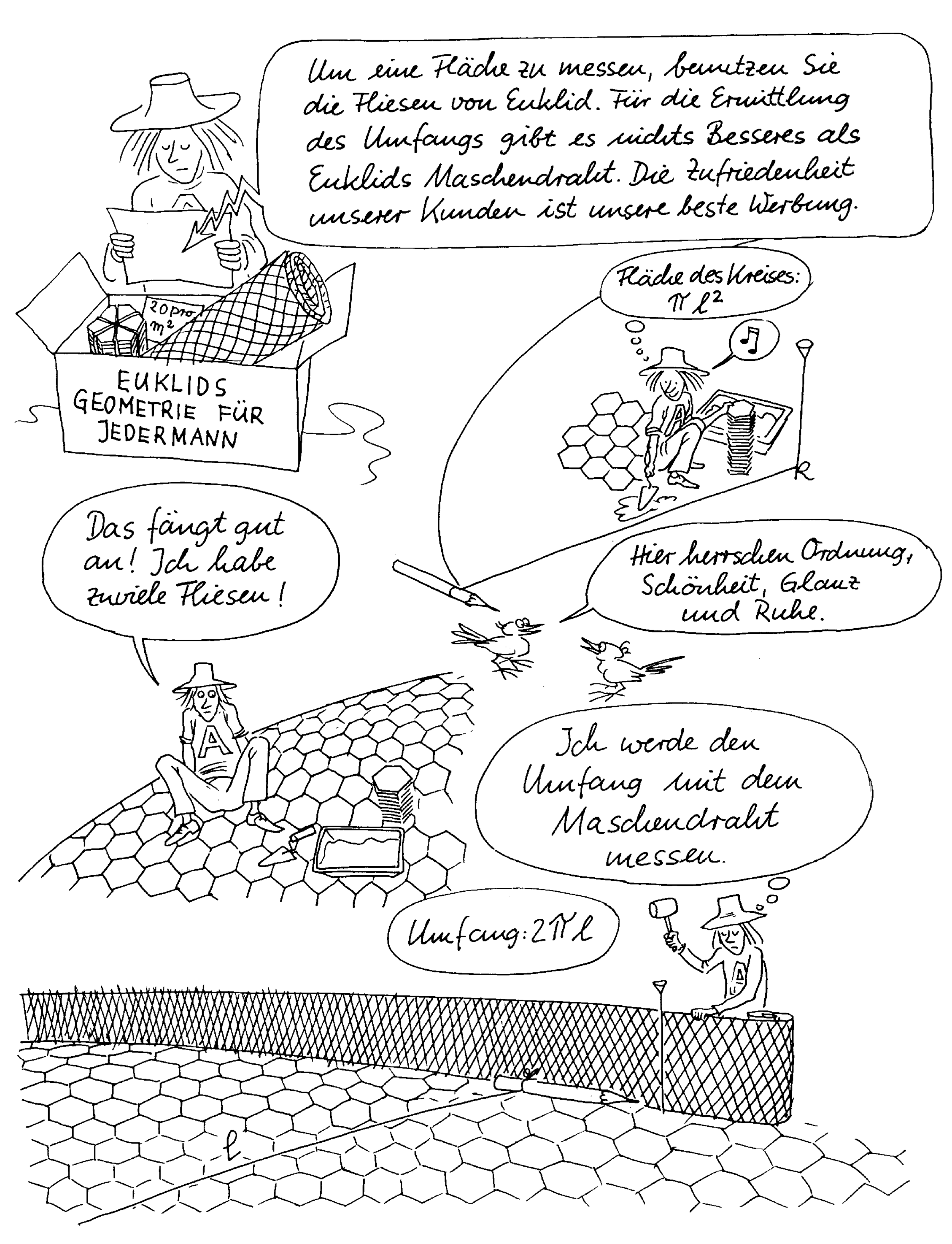
Anselm marschierte und marschierte... Die Schnur hinter ihm spannte sich einwandfrei. Er fabrizierte eine perfekte Geodätische, so daß er sich über die Unsicherheiten seines Marsches im Nebel sogar lustig machen konnte.

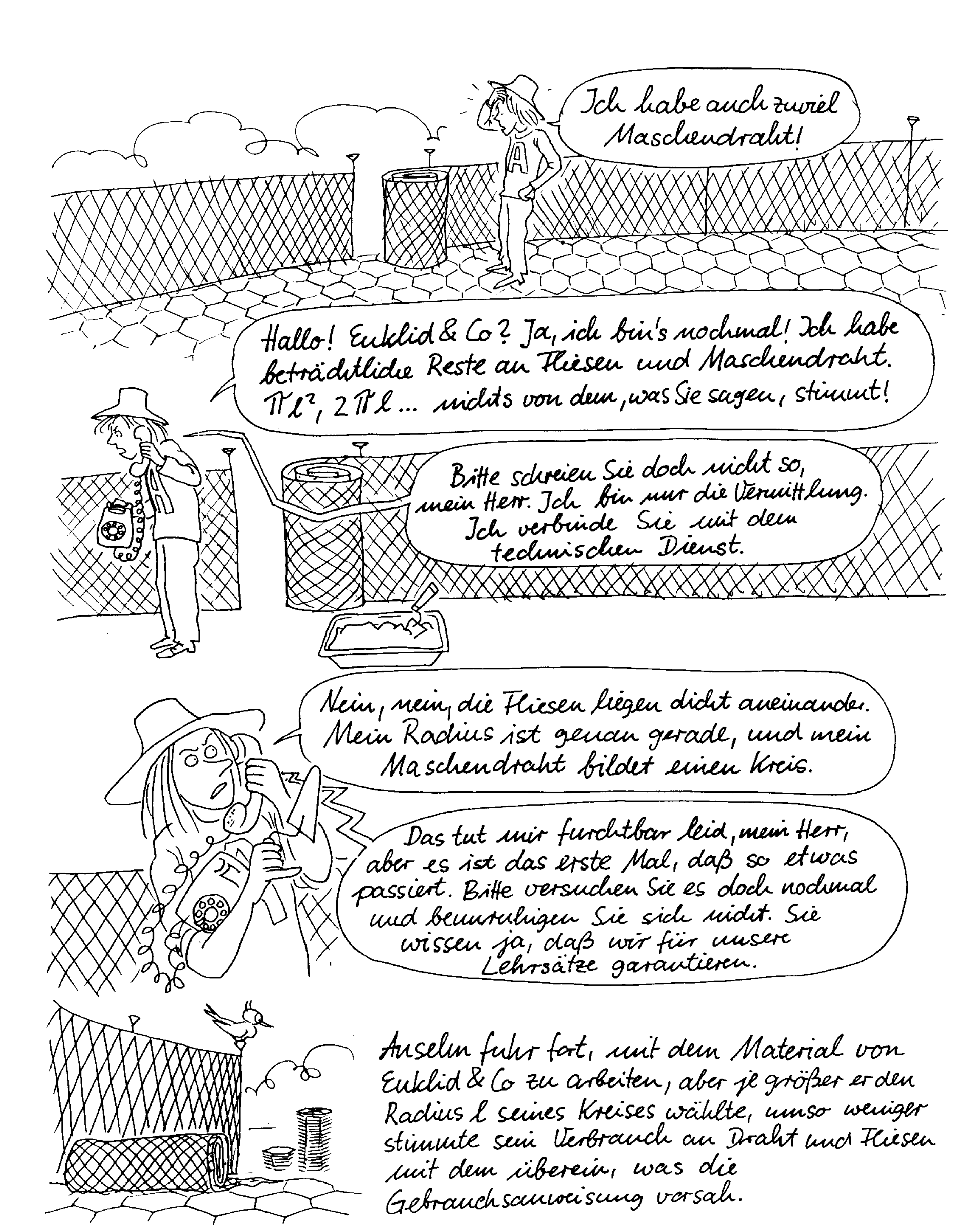


Ist Dir auch schon aufgefallen, daß an manchen Tagen alles schief zu gehen scheint?
Nanu …
… das ist doch meine Stange!
Anselm, der noch genug Schnur besaß, beschloß, der Sache nachzugehen.
Von neuem ging er geradeaus und geradeaus und spannte seine Schnur hinter sich.
Leider …
Ich bin ja schon wieder bei meiner Stange!
Und Anselm zog ein drittes Mal los.


?
Versuchen wir es mal mit einem Lehrsatz von Euklid! Ich werde drei Geodätische gleicher Länge ziehen und so ein Dreieck erhalten, in dem jeder Winkel 60° haben muß. Die Summe der Winkel beträgt 180°. Das entspricht der Vorschrift.
B
60°
60°
60°
A
C
Â+B̂+Ĉ = 180°
Ich bin gespannt, ob es stimmt.
RATIO OMNIA VINCIT
A
B
A
Hier ist mein zweiter Eckpunkt. Bleiben nur noch zwei Fäden zu ziehen, um den dritten zu finden.
Die Wissenschaft ist schön!
B
A
Oh weh! Die Winkel sind genau gleich, aber sie sind alle größer als 60°.
Hat er ein Problem?
C
A
Die Summe der Winkel ist größer als 180° und darf es nicht sein!
EUKLID
GEOMETRIE DES EUKLID
EUKLID!


Meine Fäden sind perfekte Geraden. Das Lineal zeigt es.
EUKLID
Hallo Euklid & Co? Hören Sie! Ich habe Schwierigkeiten mit Ihren Produkten.
Eine Sekunde bitte, ich verbinde Sie mit dem technischen Dienst.
Ärger mit unseren Dreiecken? Erstaunlich! Vielleicht versuchen Sie mal unsere Kreise? Unsere Kunden sind damit sehr zufrieden.
Ein Kreis ist also die Gesamtheit der Punkte, die von einem festgelegten Punkt den Abstand l haben?
Und Sie sagen, der Umfang beträgt 2 π l und der Flächeninhalt π l². Gut, ich habe es notiert.
l
Vielen Dank für Ihren Anruf!


Um eine Fläche zu messen, benutzen Sie die Fliesen von Euklid. Für die Ermittlung des Umfangs gibt es nichts Besseres als Euklids Maschendraht. Die Zufriedenheit unserer Kunden ist unsere beste Werbung.
20 pro m²
EUKLIDS GEOMETRIE FÜR JEDERMANN
Fläche des Kreises: π ℓ²
R
Das fängt gut an! Ich habe zuviele Fliesen!
Hier herrschen Ordnung, Schönheit, Glanz und Ruhe.
Ich werde den Umfang mit dem Maschendraht messen.
Umfang: 2πℓ
ℓ


Ich habe auch zuviel Maschendraht!
Hallo! Euklid & Co? Ja, ich bin's nochmal! Ich habe beträchtliche Reste an Fliesen und Maschendraht. πl^2, $2\pi l$ ... nichts von dem, was Sie sagen, stimmt!
Bitte schreien Sie doch nicht so, mein Herr. Ich bin nur die Vermittlung. Ich verbinde Sie mit dem technischen Dienst.
Nein, nein, die Fliesen liegen dicht aneinander. Mein Radius ist genau gerade, und mein Maschendraht bildet einen Kreis.
Das tut mir furchtbar leid, mein Herr, aber es ist das erste Mal, daß so etwas passiert. Bitte versuchen Sie es doch nochmal und beunruhigen Sie sich nicht. Sie wissen ja, daß wir für unsere Lehrsätze garantieren.
Anselm fuhr fort, mit dem Material von Euklid & Co zu arbeiten, aber je größer er den Radius l seines Kreises wählte, umso weniger stimmte sein Verbrauch an Draht und Fliesen mit dem überein, was die Gebrauchsanweisung versah.



Jetzt habe ich mehr als 36% Maschendraht zuviel, 19% der Fliesen sind übrig, und aus meinem Kreis ist eine Gerade geworden!
Ich glaub' mich tritt ein Pferd!
Das ist die Höhe! Das Lineal ist vollkommen gerade.
EUKLID
Anselm vergrößerte den Radius abermals.
EUKLID
Jetzt ist die Krümmung meines Kreises auf der anderen Seite!
Und wenn ich den Radius vergrößere, nimmt der Umfang ab. Es ist zum Verrücktwerden!

Nach einigen weiteren Versuchen:

Jetzt bin ich reif für's Irrenhaus!

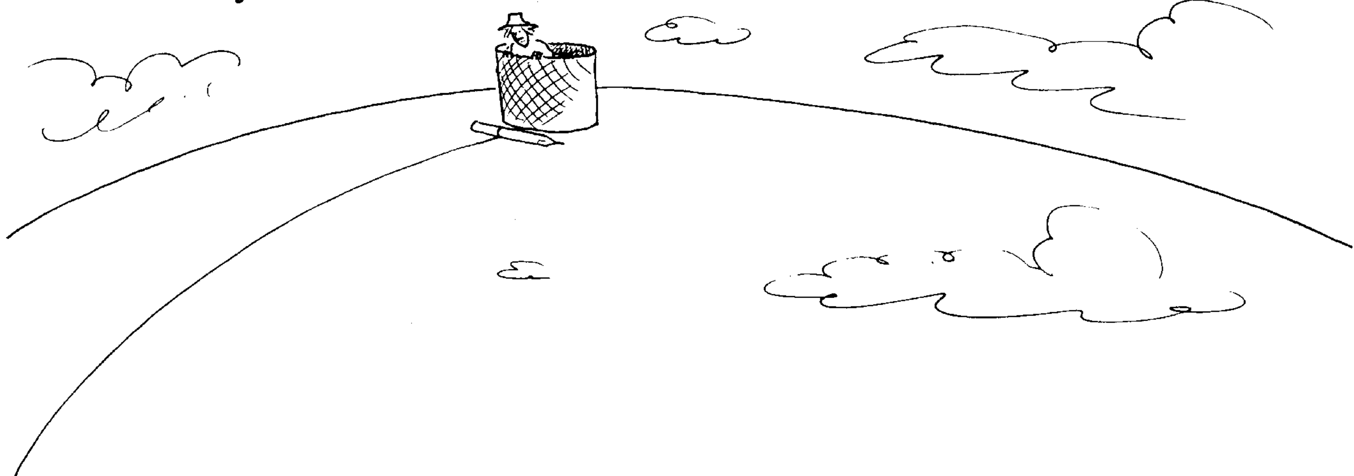
?!!?

Er hat wirklich Probleme!

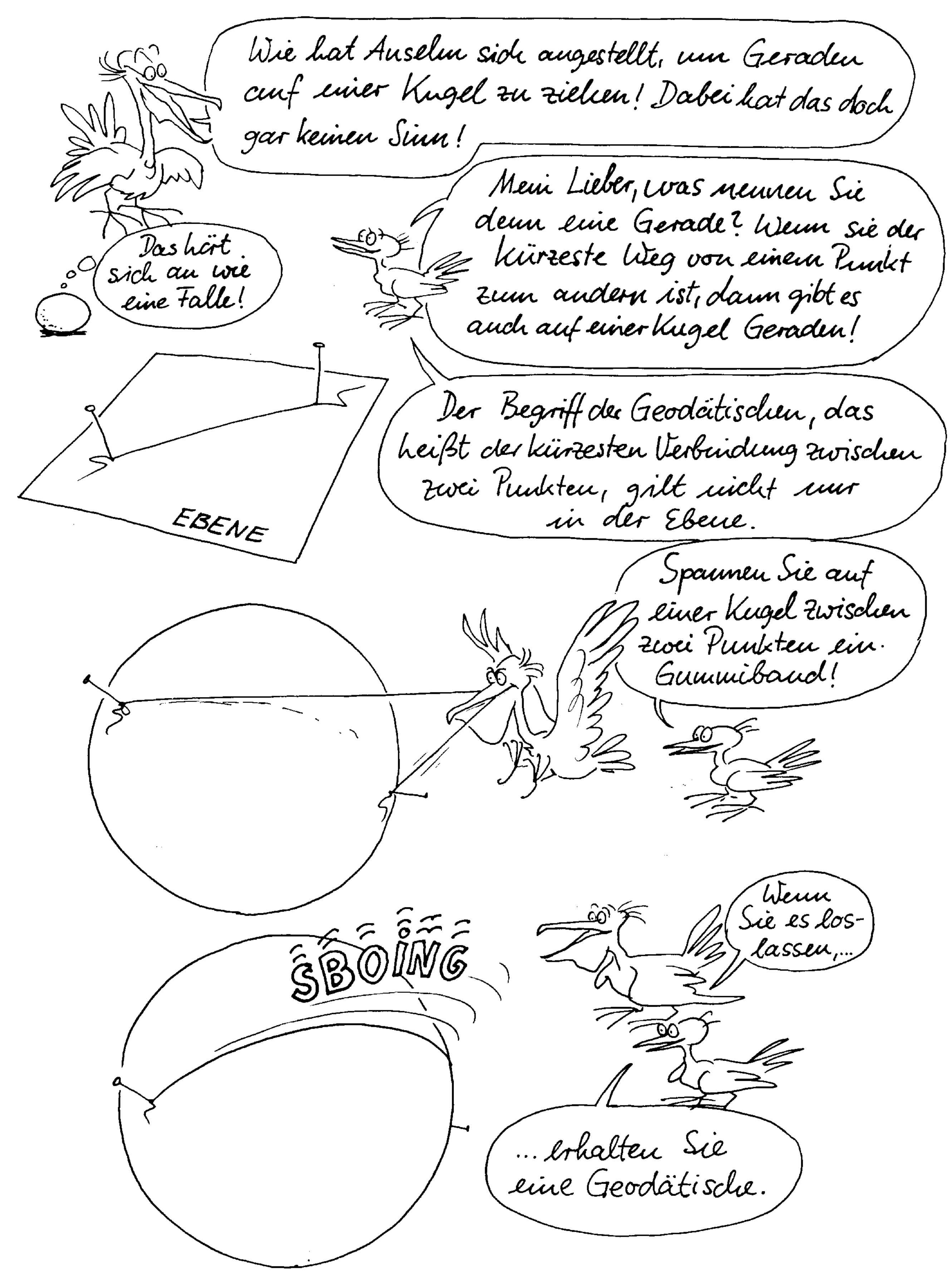
EUKLID

WAS IST PASSIERT?

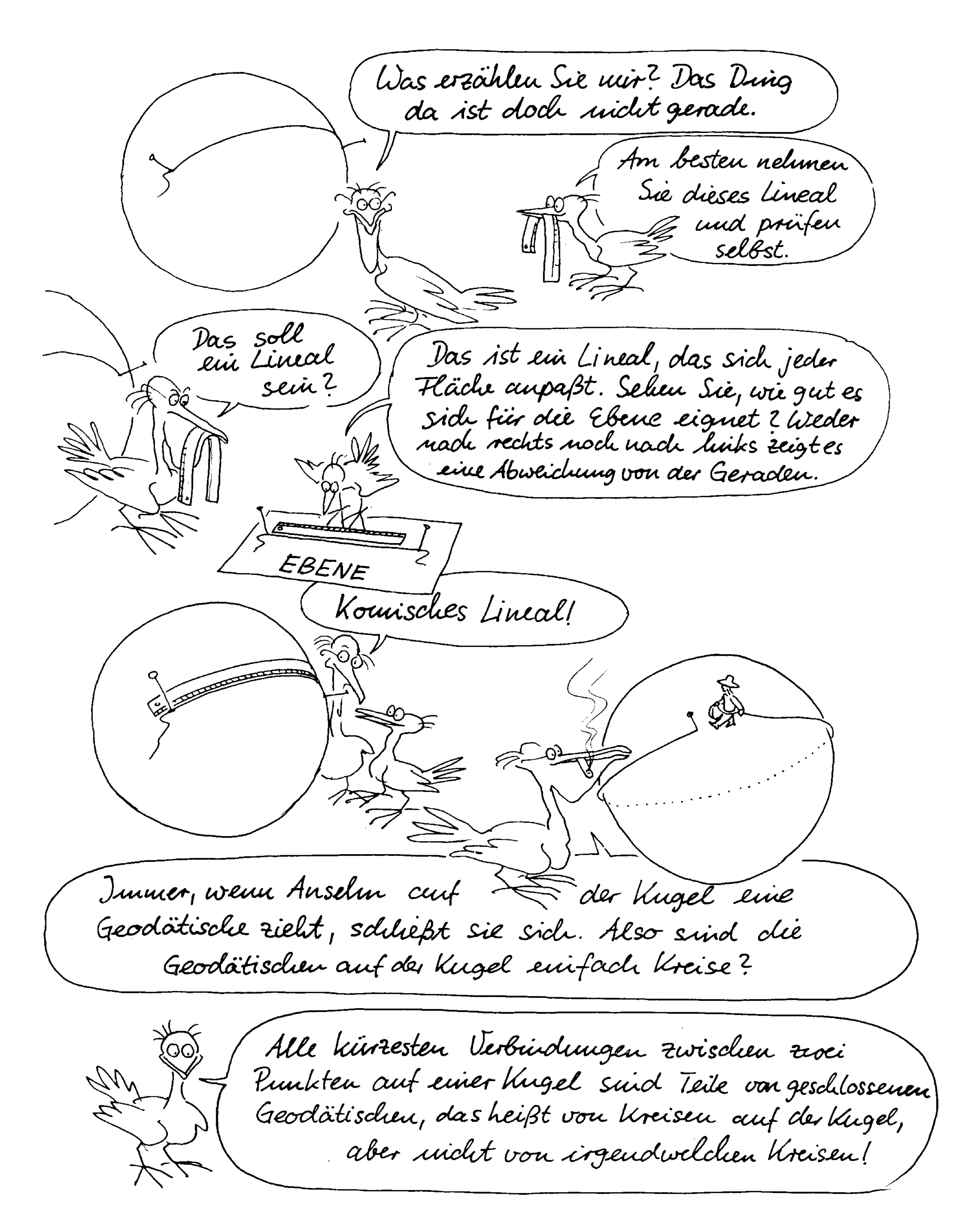
Um die Frage zu beantworten, wollen wir den Nebel vertreiben.



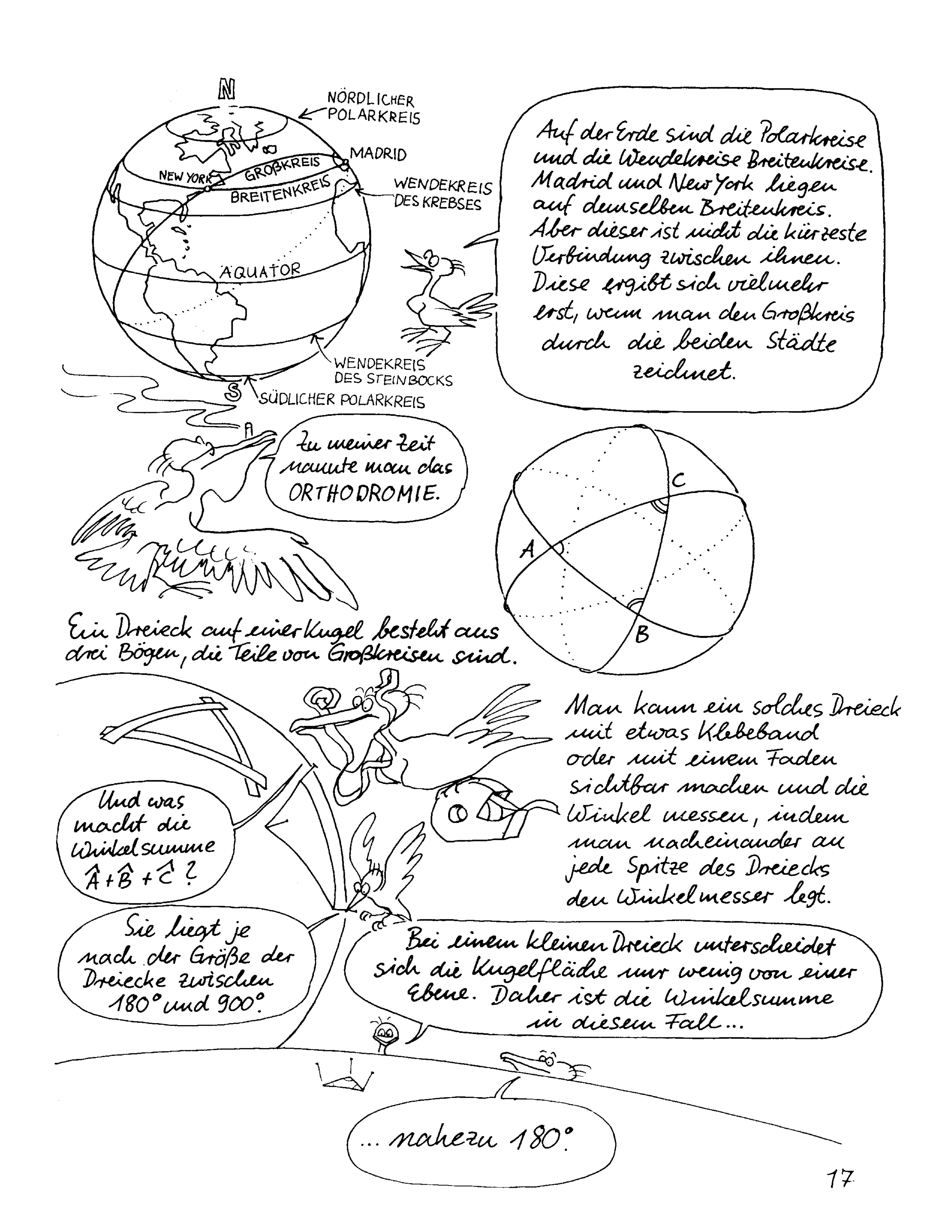
Anselm hat die Regeln der ebenen Geometrie angewendet und sieht nun plötzlich, daß er sich auf einer Kugel befindet.

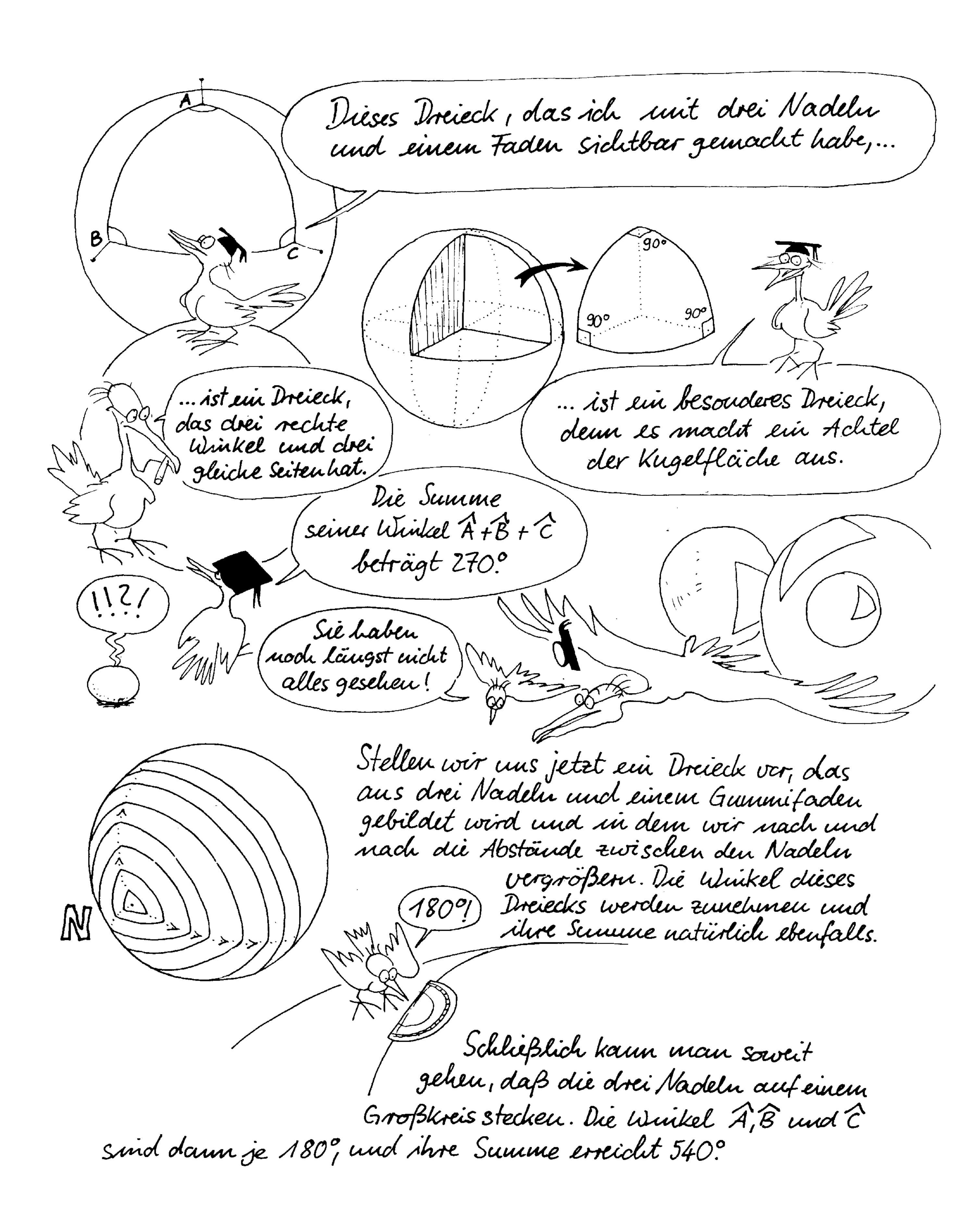


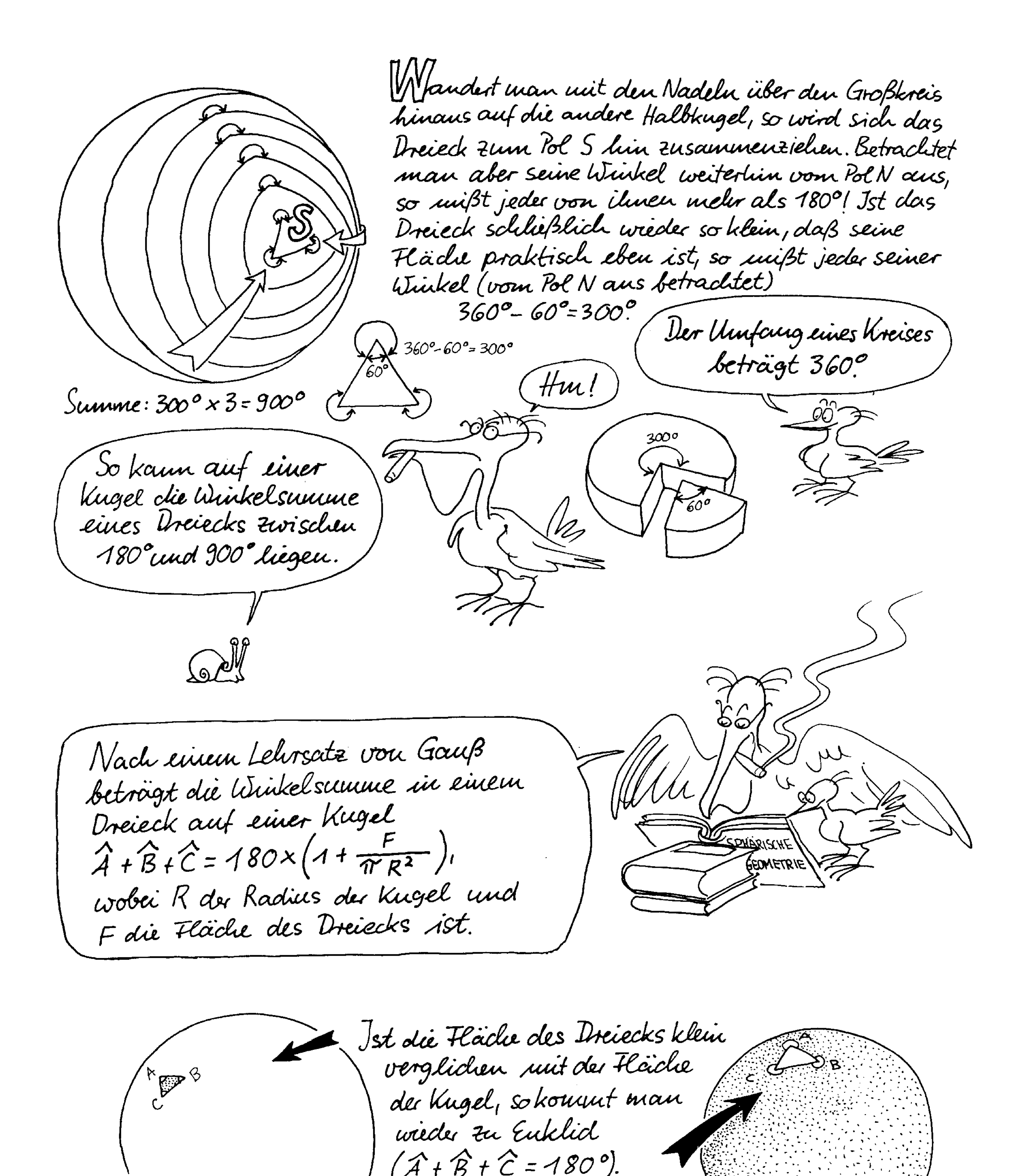
Wie hat Anselm sich angestellt, um Geraden auf einer Kugel zu ziehen! Dabei hat das doch gar keinen Sinn!
Das hört sich an wie eine Falle!
Mein Lieber, was nennen Sie denn eine Gerade? Wenn sie der kürzeste Weg von einem Punkt zum andern ist, dann gibt es auch auf einer Kugel Geraden!
Der Begriff der Geodätischen, das heißt der kürzesten Verbindung zwischen zwei Punkten, gilt nicht nur in der Ebene.
EBENE
Spannen Sie auf einer Kugel zwischen zwei Punkten ein Gummiband!
SBOING
Wenn Sie es loslassen,...
...erhalten Sie eine Geodätische.


Was erzählen Sie mir? Das Ding da ist doch nicht gerade.
Am besten nehmen Sie dieses Lineal und prüfen selbst.
Das soll ein Lineal sein?
Das ist ein Lineal, das sich jeder Fläche anpaßt. Sehen Sie, wie gut es sich für die Ebene eignet? Weder nach rechts noch nach links zeigt es eine Abweichung von der Geraden.
EBENE
Komisches Lineal!
Immer, wenn Anselm auf der Kugel eine Geodätische zieht, schließt sie sich. Also sind die Geodätischen auf der Kugel einfach Kreise?
Alle kürzesten Verbindungen zwischen zwei Punkten auf einer Kugel sind Teile von geschlossenen Geodätischen, das heißt von Kreisen auf der Kugel, aber nicht von irgendwelchen Kreisen!

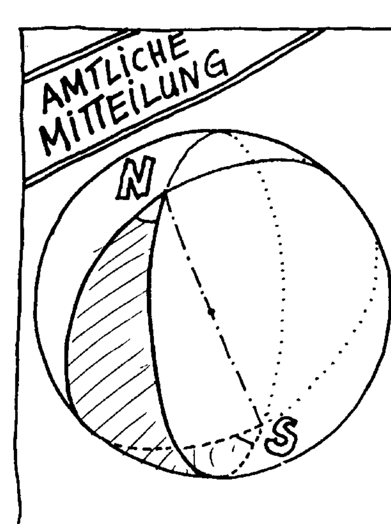

!?!??
Wenn Sie mir etwas erklären, sprechen Sie bitte nicht in Rätseln! Wollen Sie sagen, daß es auf einer Kugel Kreise verschiedener Arten gibt?
Ich dachte schon, ich hätte die Sache verstanden, und nun verstehe ich überhaupt nichts mehr.
N
l
Ein Kreis ist die Gesamtheit der Punkte, die von einem festen Punkt N den gleichen Abstand l haben. N nennen wir den POL.
Hm...
N
S
Es gibt sehr viele Kreise, die den gleichen Pol N haben. Wir nennen sie Parallel- oder Breitenkreise.
ÄQUATOR
l
l'
S
Jeder Breitenkreis ist auch die Gesamtheit der Punkte, die von einem zweiten Pol S den Abstand l' haben. S, der Südpol, ist der Antipode des Nordpols N.
Unter allen Breitenkreisen zu einem Polpaar N und S existiert einer, der größer ist als die anderen. Ihn bezeichnet man als Äquator.
Jetzt begreife ich endlich, warum jeder Kreis auf einer Kugel zwei Zentren N und S hat.
Statt Äquator sagt man auch Großkreis. Die Großkreise einer Kugel sind ihre Geodätischen.
Zum ersten Mal sehe ich die Geodätische einer Kugel aus der Nähe. Sehr eindrucksvoll!


N
NÖRDLICHER POLARKREIS
MADRID
GROẞKREIS
NEW YORK
BREITENKREIS
WENDEKREIS DES KREBSES
ÄQUATOR
WENDEKREIS DES STEINBOCKS
S
SÜDLICHER POLARKREIS
Auf der Erde sind die Polarkreise und die Wendekreise Breitenkreise. Madrid und New York liegen auf demselben Breitenkreis. Aber dieser ist nicht die kürzeste Verbindung zwischen ihnen. Diese ergibt sich vielmehr erst, wenn man den Großkreis durch die beiden Städte zeichnet.
A
Zu meiner Zeit nannte man das ORTHODROMIE.
C
A
B
Ein Dreieck auf einer Kugel besteht aus drei Bögen, die Teile von Großkreisen sind.
Man kann ein solches Dreieck mit etwas Klebeband oder mit einem Faden sichtbar machen und die Winkel messen, indem man nacheinander an jede Spitze des Dreiecks den Winkelmesser legt.
Und was macht die Winkelsumme Â + B̂ + Ĉ ?
Sie liegt je nach der Größe der Dreiecke zwischen 180° und 900°.
Bei einem kleinen Dreieck unterscheidet sich die Kugelfläche nur wenig von einer Ebene. Daher ist die Winkelsumme in diesem Fall...
... nahezu 180°.


A
B
C
Dieses Dreieck, das ich mit drei Nadeln und einem Faden sichtbar gemacht habe, ...
90°
90°
90°
... ist ein Dreieck, das drei rechte Winkel und drei gleiche Seiten hat.
... ist ein besonderes Dreieck, denn es macht ein Achtel der Kugelfläche aus.
Die Summe seiner Winkel Â + B̂ + Ĉ beträgt 270°
!!?!
Sie haben noch längst nicht alles gesehen!
Stellen wir uns jetzt ein Dreieck vor, das aus drei Nadeln und einem Gummifaden gebildet wird und in dem wir nach und nach die Abstände zwischen den Nadeln vergrößern. Die Winkel dieses Dreiecks werden zunehmen und ihre Summe natürlich ebenfalls.
N
180°!
Schließlich kann man soweit gehen, daß die drei Nadeln auf einem Großkreis stecken. Die Winkel Â, B̂ und Ĉ sind dann je 180°, und ihre Summe erreicht 540°.

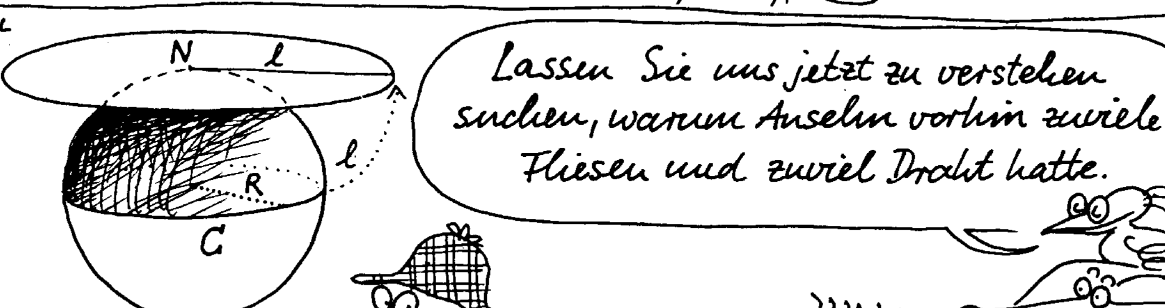


Ist dagegen die Fläche des Dreiecks fast so groß wie die Fläche der Kugel ($4\pi R^2$), so erreicht man die Winkelsumme von 900°.



Zwei Punkte auf einer Kugel definieren einen Großkreis und teilen ihn in zwei geodätische Bögen. Sind die beiden Punkte aber Antipoden, also Pole N und S, so gehen unendlich viele Großkreise durch sie hindurch. Jeweils zwei dieser „GERADEN DER KUGEL" bilden ein Zweieck, dessen Winkel und Seiten gleich sind. Über die Summe der Winkel wird nichts gesagt.

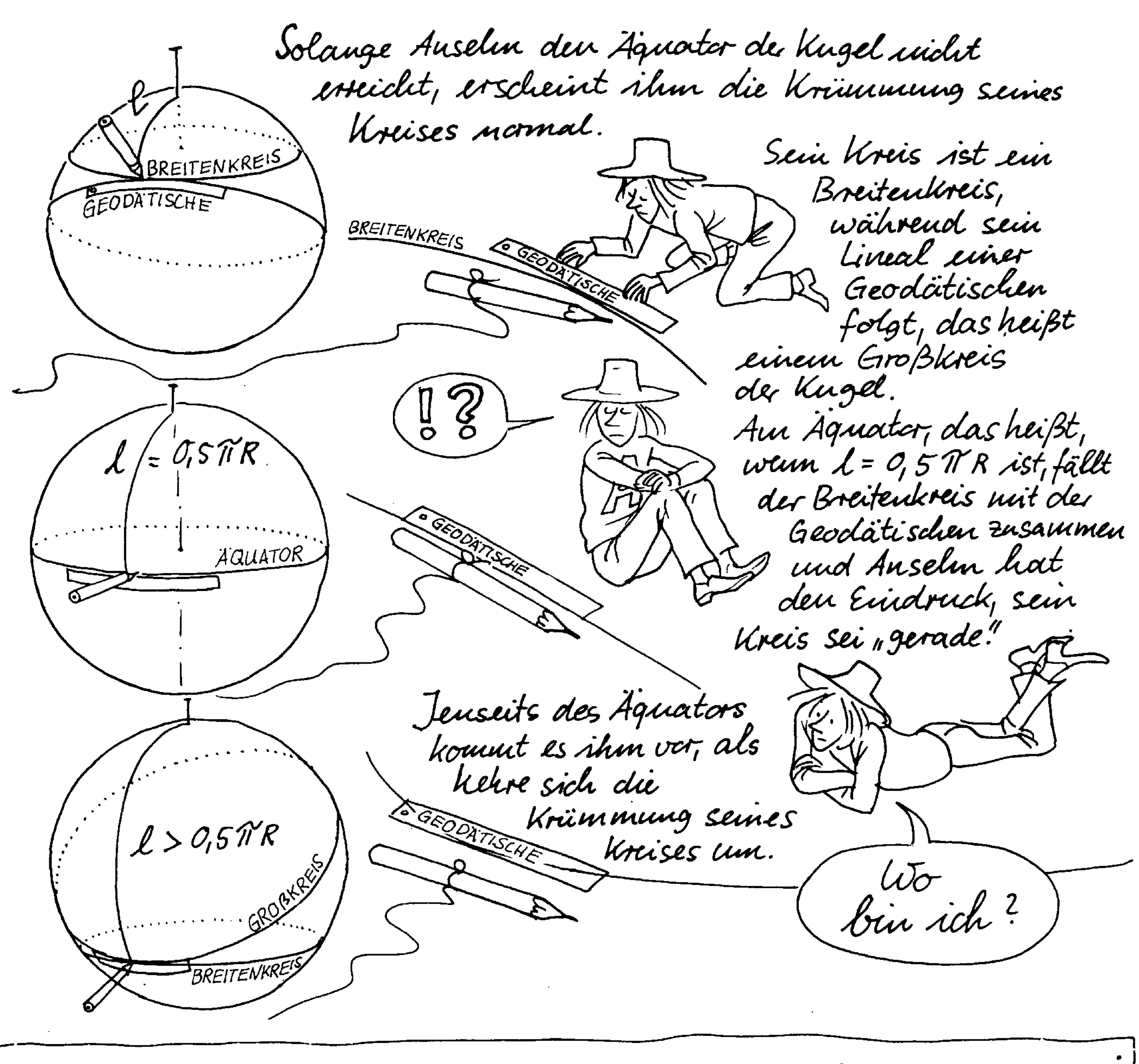




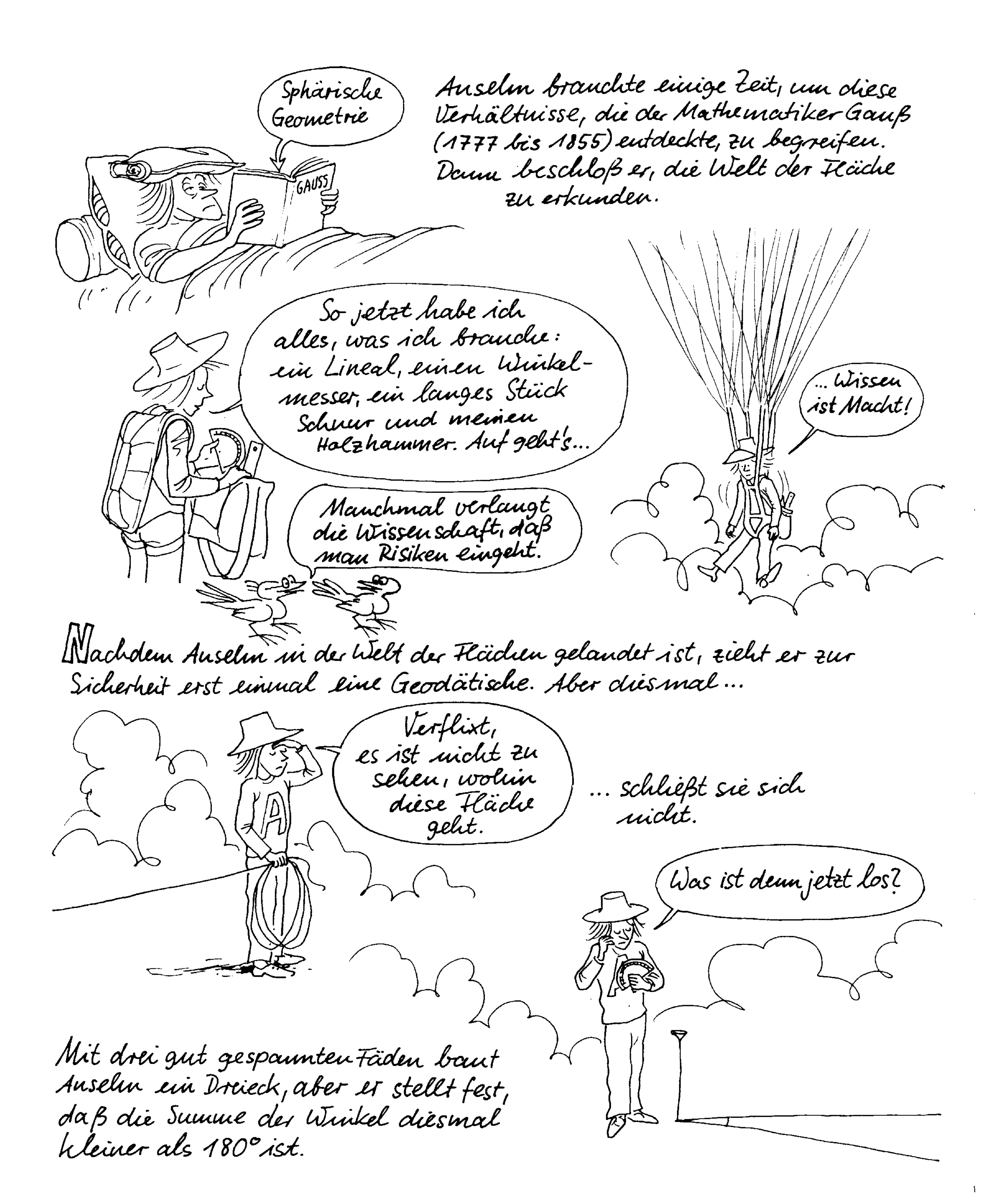
C war der Kreis, den er zog und γ der Kreis, den er zu ziehen glaubte. Er berechnete den Flächeninhalt anhand der Formel $\pi \ell^2$, die in der ebenen Geometrie gilt ($\pi = 3{,}1416...$). In Wirklichkeit hatte er es mit der halben Kugelfläche zu tun, und die ist $2\pi R^2$. Da der Radius ℓ gleich einem Viertel des Kugelumfangs ist, also $0{,}5\pi R$, verhalten sich die beiden Flächeninhalte wie $\pi^2/8 = 1{,}233$. Das Verhältnis der Umfänge beträgt $2\pi\ell / 2\pi R = \pi/2 = 1{,}57$. Falls Sie das alles nicht glauben, versuchen Sie mal, eine Kugel mit einer Ebene einzuwickeln!

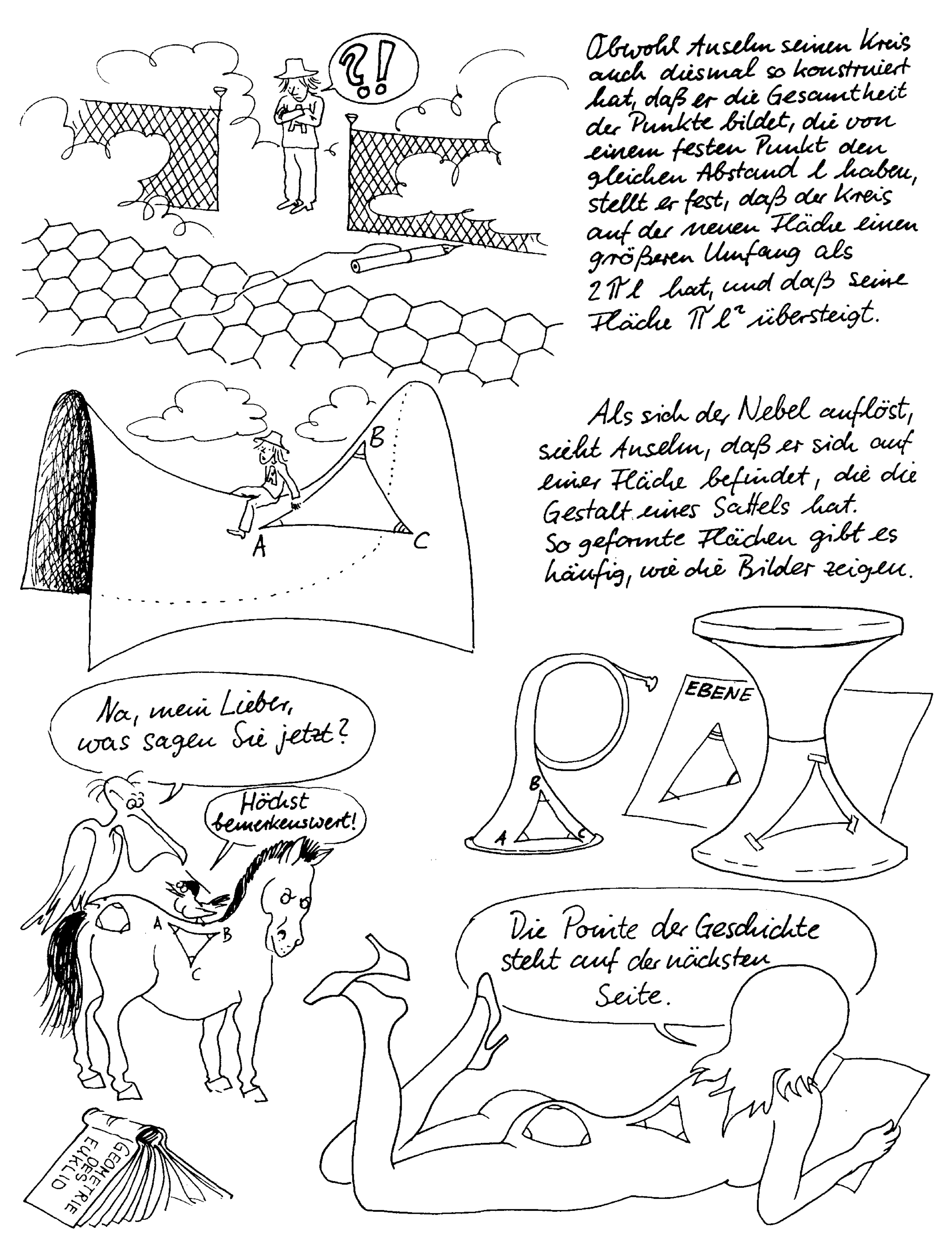
Mist, das gibt Falten!

Mit einer Ebene! Mit welcher denn?



Auf diese Weise wird verständlich, wieso Anselm sich beliebig oft „innerhalb" oder „außerhalb" seines Kreises befinden kann, ohne ihn jemals zu übertreten. Man stecke Anselm als Nadel auf eine Kugel und lege einen elastischen Ring um sie, den man auf der Kugel verschiebt.


Sphärische Geometrie
GAUSS
Anselm brauchte einige Zeit, um diese Verhältnisse, die der Mathematiker Gauß (1777 bis 1855) entdeckte, zu begreifen. Dann beschloß er, die Welt der Fläche zu erkunden.
So jetzt habe ich alles, was ich brauche: ein Lineal, einen Winkelmesser, ein langes Stück Schnur und meinen Holzhammer. Auf geht's...
Manchmal verlangt die Wissenschaft, daß man Risiken eingeht.
... Wissen ist Macht!
Nachdem Anselm in der Welt der Flächen gelandet ist, zieht er zur Sicherheit erst einmal eine Geodätische. Aber diesmal...
Verflixt, es ist nicht zu sehen, wohin diese Fläche geht.
... schließt sie sich nicht.
Was ist denn jetzt los?
Mit drei gut gespannten Fäden baut Anselm ein Dreieck, aber er stellt fest, daß die Summe der Winkel diesmal kleiner als 180° ist.


?!
Obwohl Anselm seinen Kreis auch diesmal so konstruiert hat, daß er die Gesamtheit der Punkte bildet, die von einem festen Punkt den gleichen Abstand l haben, stellt er fest, daß der Kreis auf der neuen Fläche einen größeren Umfang als 2πl hat, und daß seine Fläche πl² übersteigt.
Als sich der Nebel auflöst, sieht Anselm, daß er sich auf einer Fläche befindet, die die Gestalt eines Sattels hat. So geformte Flächen gibt es häufig, wie die Bilder zeigen.
A
B
C
EBENE
Na, mein Lieber, was sagen Sie jetzt?
Höchst bemerkenswert!
Die Pointe der Geschichte steht auf der nächsten Seite.
GEOMETRIE DES EUKLID

DIE KRÜMMUNG

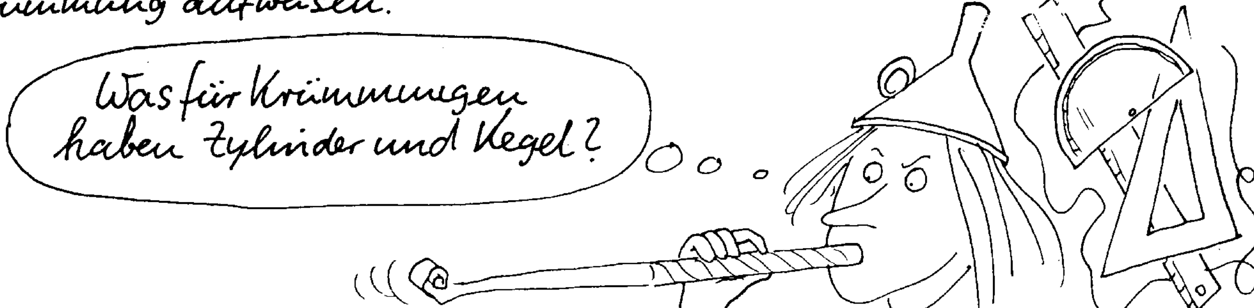
Auf einer gekrümmten Fläche gelten die Lehrsätze von Euklid nicht. Die Krümmung der Fläche kann positiv oder negativ sein. Auf einer Fläche von positiver Krümmung ist die Winkelsumme im Dreieck größer als 180°. Zieht man einen Kreis mit dem Radius l, so ist seine Fläche kleiner als πl^2 und der Umfang kleiner als $2\pi l$.

Für eine negativ gekrümmte Fläche gelten entgegengesetzte Regeln: Hier ist die Winkelsumme im Dreieck kleiner als 180°, die Fläche eines Kreises mit dem Radius l ist größer als πl^2, und der Umfang ist größer als $2\pi l$.

Als Anselm auf Seite 20 eine Kugel, also eine Fläche von positiver Krümmung, mit einem Stück Ebene einwickeln wollte, stellte er fest, daß sich Falten bildeten. Bei dem Versuch, eine Fläche von negativer Krümmung mit einem Stück Ebene zuzudecken, entstehen Risse. Mit einem Stück Papier läßt sich also besonders einfach prüfen, ob eine Fläche positiv oder negativ gekrümmt ist.



Wie die Bilder auf der vorhergehenden Seite zeigen, kann dieselbe Fläche Regionen mit positiver und Gebiete mit negativer Krümmung aufweisen.




Ich nehme ein Stück Papier...
...und kann Zylinder und Kegel damit mühelos bedecken.
Keine Panik! Ich befestige drei Fäden als Geodätische mit Klebeband auf meinem Zylinder,...
B
A
C
...zeichne die Geodätischen auf dem Zylinder nach...
... und schneide den Zylinder auf.
!...
B
A
C
Auf dem Zylinder und auf dem Kegel gelten die Gesetze der euklidischen Geometrie. Sie sind also EBENE FLÄCHEN!

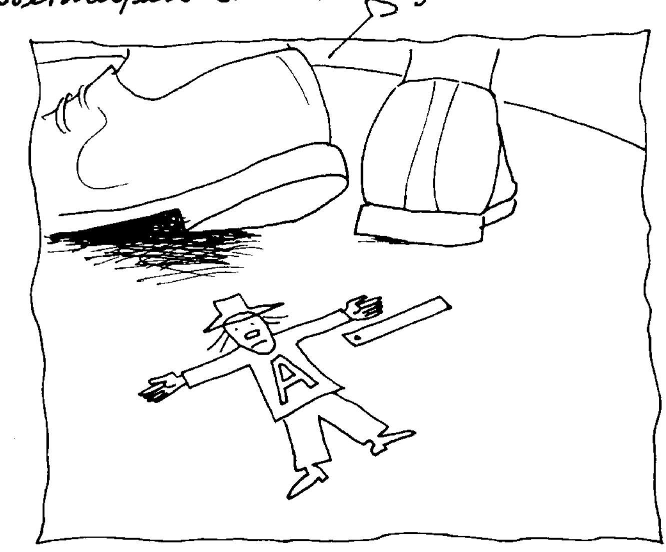


DER BEGRIFF DES RAUMES

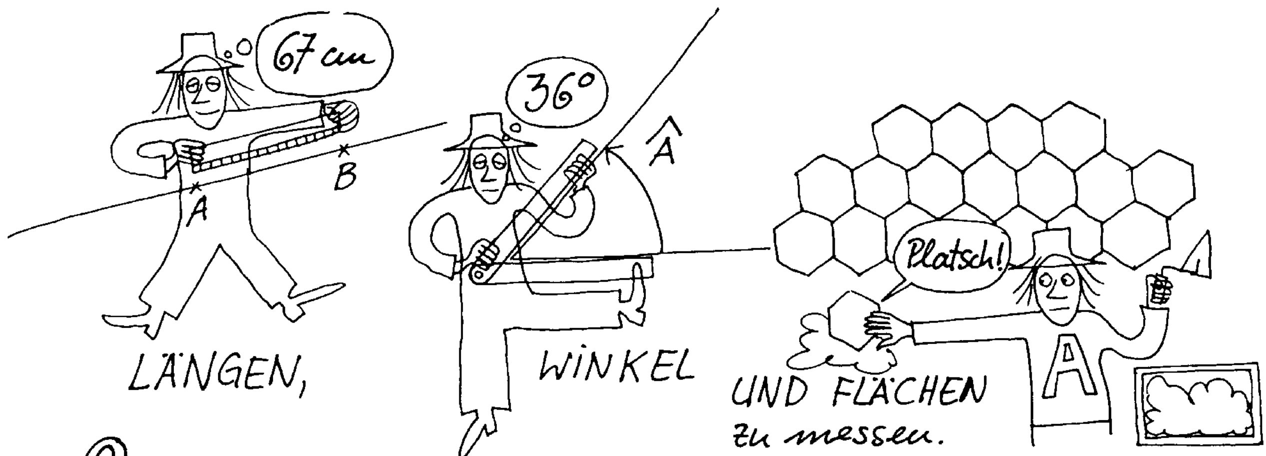
Nebel hinderte Anselm vorhin, viel weiter als bis zu seiner Nasenspitze zu sehen. Wäre es nicht so gewesen, so hätte er die Krümmung des sphärischen Raumes bemerkt, in dem er sich jeweils befand.

Es gibt noch eine andere Möglichkeit, Anselm daran zu hindern, die Krümmung zu sehen: sie besteht darin, ihn in der Fläche leben zu lassen, so daß er gewissermaßen zu ihr gehört.





Man sieht leicht, daß Anselms neue Gestalt ihn nicht daran hindert,



Obwohl Anselm in der Fläche eingesperrt ist und deren Krümmung daher nicht sehen kann, vermag er sie doch festzustellen. Er kann ermitteln, ob sie positiv oder negativ ist, und kann sogar den örtlichen Krümmungsradius R berechnen, denn er vermag Winkel und Flächen zu messen. Er weiß, daß die Winkelsumme im Dreieck auf einer positiv gekrümmten Fläche 180° übersteigt. Und den örtlichen Krümmungsradius R bekommt er mit der Formel

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180 \times \left(1 + \frac{F}{\pi R^2}\right),$$

in der F die Fläche des Dreiecks ist. Wenn die Winkelsumme im Dreieck unter 180° bleibt, die Fläche also negativ gekrümmt ist, kann Anselm mit der Formel

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180 \times \left(1 - \frac{F}{\pi R^2}\right)$$

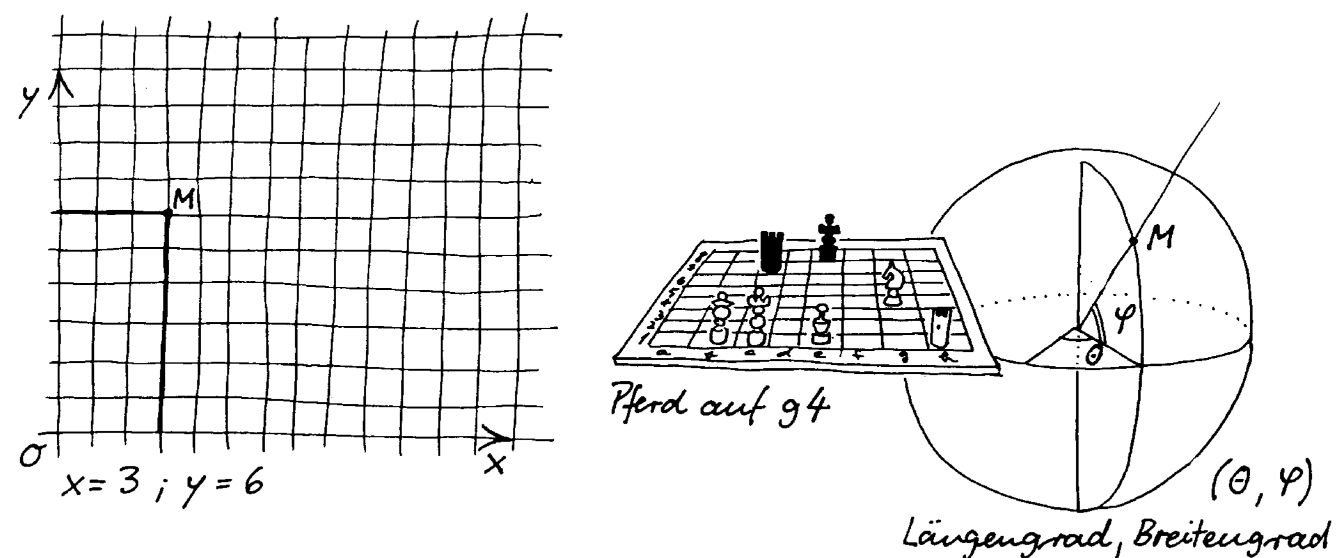
einen örtlichen Krümmungsradius berechnen, doch hat dieser dann nicht mehr den gewohnten physikalischen Sinn.
Bleibt zu erwähnen, daß eine Ebene eine Fläche mit unendlich großem Krümmungsradius ist.



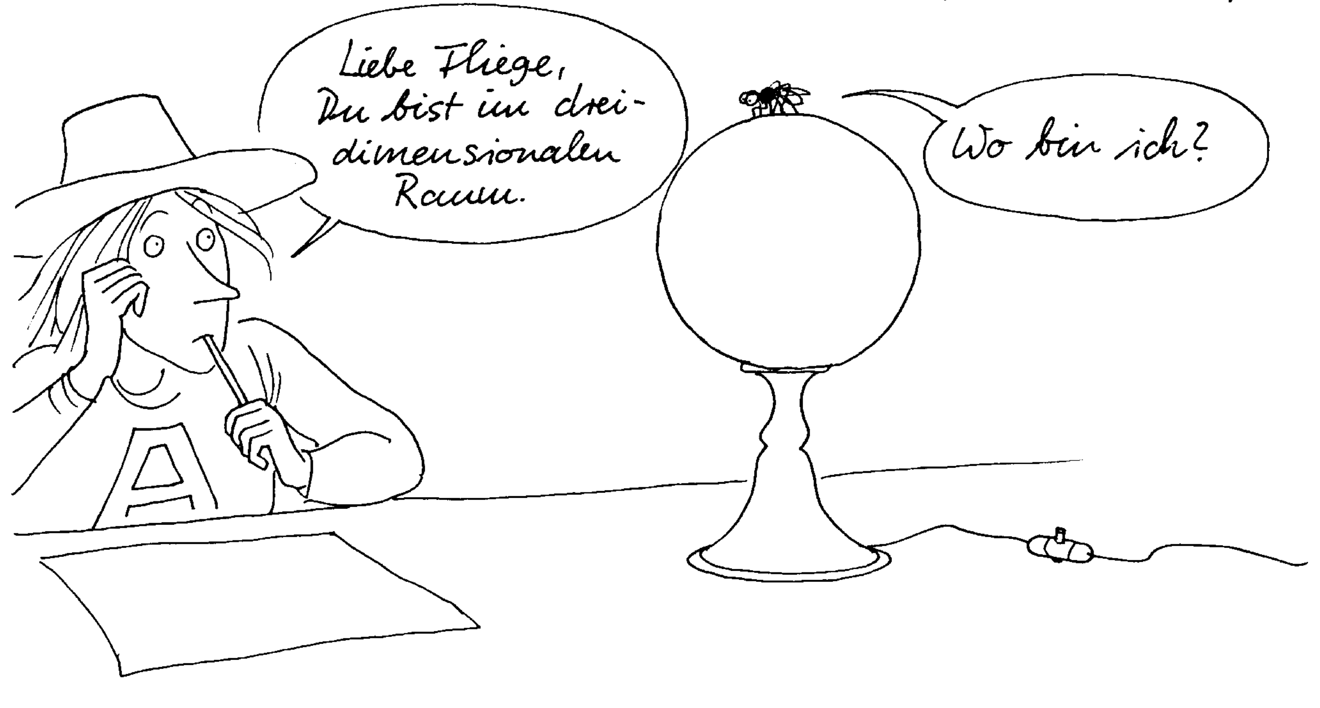


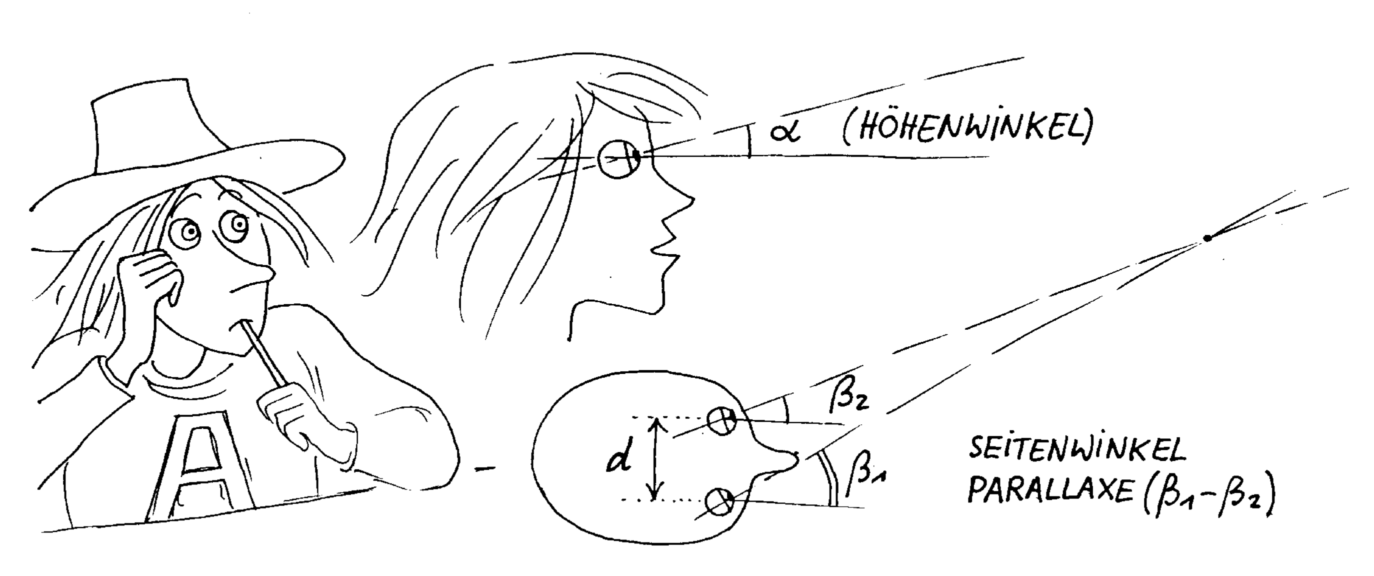
DAS KONZEPT DER DIMENSIONEN

Die Zahl der Dimensionen ist die Zahl der Größen oder Koordinaten, die man festlegen muß, um in irgendeinem Raum einen Punkt zu definieren. Die Größen können beispielsweise Längen, Winkel oder Zeiten sein.
Flächen sind demnach zweidimensionale Räume.



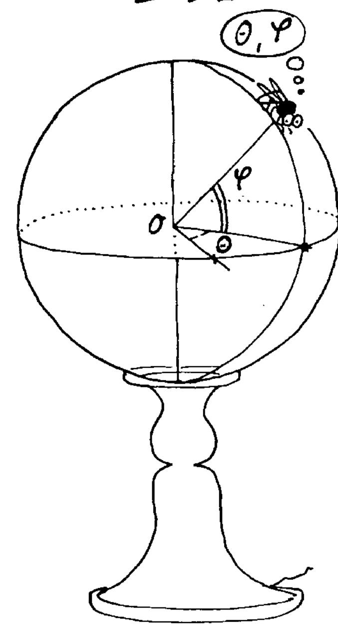
Wir sind gewöhnt, den Raum, in dem wir leben, als dreidimensional zu bezeichnen, doch gilt das nur, wenn man die Zeit außer Betracht läßt.





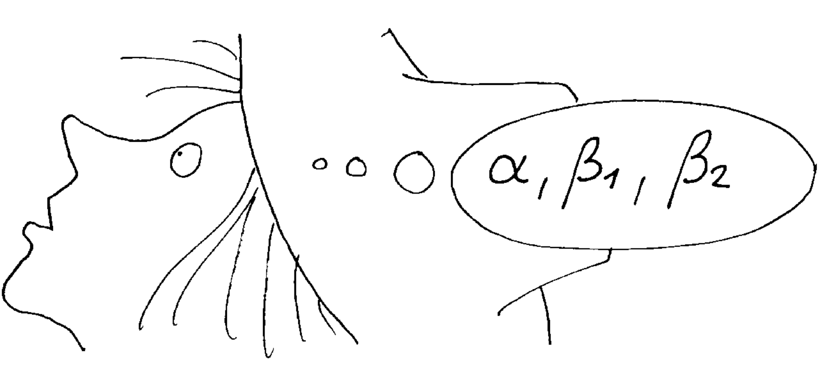
Anselm ortet alle Objekte, die er sieht, relativ zur Position seines Kopfes. Für ihn ergibt sich die Lage eines beliebigen Punktes im Raum aus drei Winkeln:
dem Höhenwinkel α und den beiden Seitenwinkeln β_1 und β_2.
Aus der Differenz $\beta_1 - \beta_2$, die man Parallaxe nennt, ermittelt Anselms Gehirn die Entfernung des Punktes.

EINGETAUCHTE RÄUME



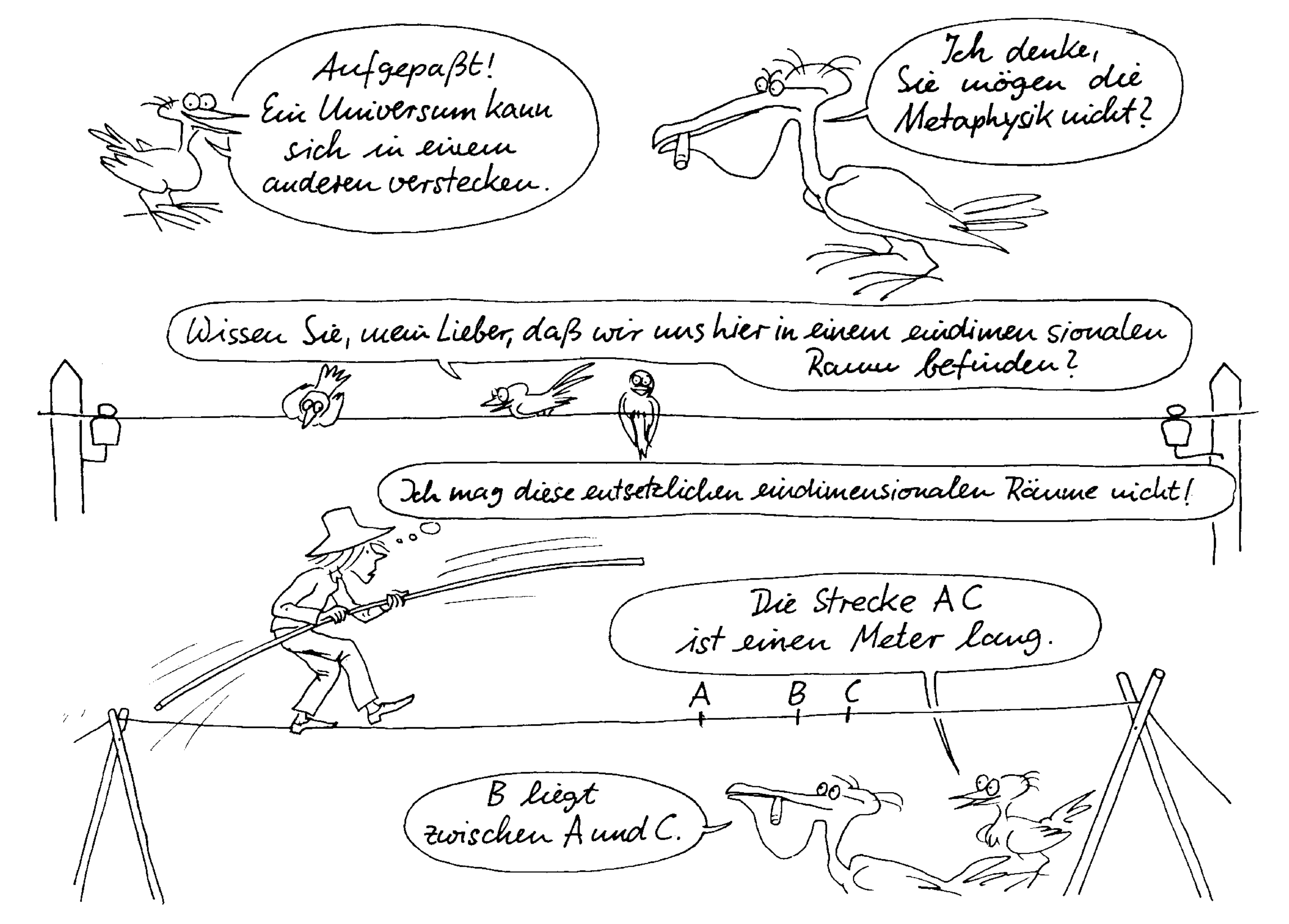
Die Fliege krabbelt auf der Lampenkugel. Deren Oberfläche ist ein zweidimensionaler Raum, das heißt jede Position der Fliege kann mit zwei Winkeln θ und φ (Längengrad und Breitengrad) beschrieben werden.

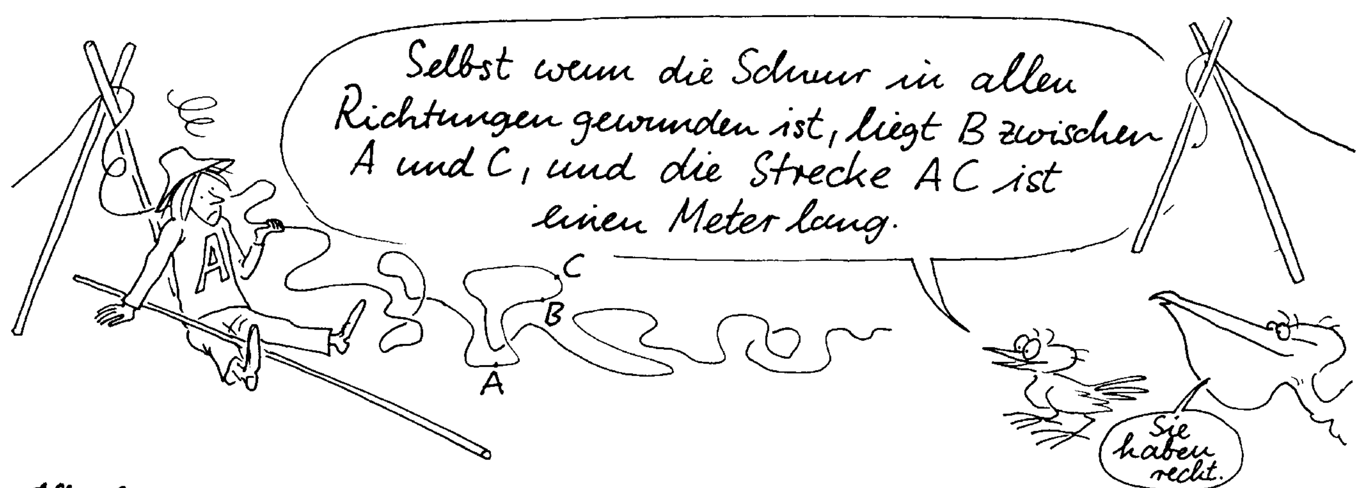
Wir sagen, daß der zweidimensionale Raum der Kugelfläche in unseren dreidimensionalen Raum eingetaucht ist.



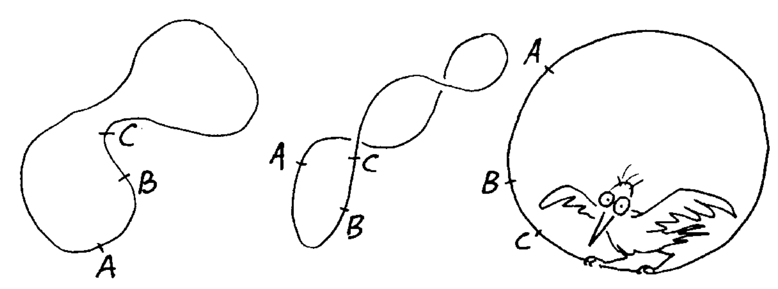
Nehmen wir an, die Fliege folgt auf der Lampe der geschlossenen Kurve C. Dann können wir ihre Position jeweils mit einer einzigen Koordinate angeben: mit ihrer Entfernung S von einem Ursprungspunkt O längs der Kurve gerechnet.

Eine Kurve ist also ein eindimensionaler Raum. Er ist in den zweidimensionalen Raum der Kugeloberfläche eingetaucht, der seinerseits in unseren dreidimensionalen Raum eingetaucht ist. Möglicherweise ist der Raum, in dem wir uns bewegen, in einen vierdimensionalen Raum eingetaucht, ohne daß wir uns dessen bewußt sind?





Offenbar sind einige Eigenschaften eines Raumes unabhängig von der Art, in der er in einen anderen Raum eintaucht. Diese drei Bilder zeigen ein paar Möglichkeiten für das Eintauchen einer geschlossenen Kurve in den gewöhnlichen Raum.



Auch die Geschlossenheit der Kurve ist eine von der Art des Eintauchens unabhängige Eigenschaft.

Natürlich haben wir uns davor gehütet, die Schnur zu verlängern oder zu verkürzen. Wir haben darauf geachtet, daß sich die Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Punkten nicht verändern.

Jetzt wollen wir Flächen in den dreidimensionalen Raum eintauchen.

Tauchen wir eine Ebene in den dreidimensionalen Raum, so können wir sie rollen, drehen und wenden wie wir wollen, ohne ihre Geometrie zu ändern.

EBENE

GEWÖHNLICHER DREIDIMENSIONALER RAUM

Wir haben gesehen, daß sich weder die Geodätischen noch die Winkel ändern, wenn man eine Ebene zu einem Zylinder rollt. Ebenso besitzt Wellblech immer eine ebene euklidische Geometrie.

Ein Bewohner eines solchen zweidimensionalen euklidischen Raumes hätte vom gerollten oder gewellten Zustand seines Raumes keine Ahnung, denn diese Zustände ergeben sich nur aus der Art des Eintauchens in den dreidimensionalen Raum.

Ähnlich könnte unser dreidimensionaler Raum in einen Raum eintauchen, der eine größere Zahl von Dimensionen hat, ohne daß wir das bemerken würden. Die Geodätischen in unserem Raum würden dadurch nicht verändert und unsere optischen Wahrnehmungen auch nicht, denn auch das Licht folgt den Geodätischen unseres Raumes.

Hop!

Es könnte also zwischen zwei Punkten auch eine kürzere Strecke geben als die, der das Licht folgt.

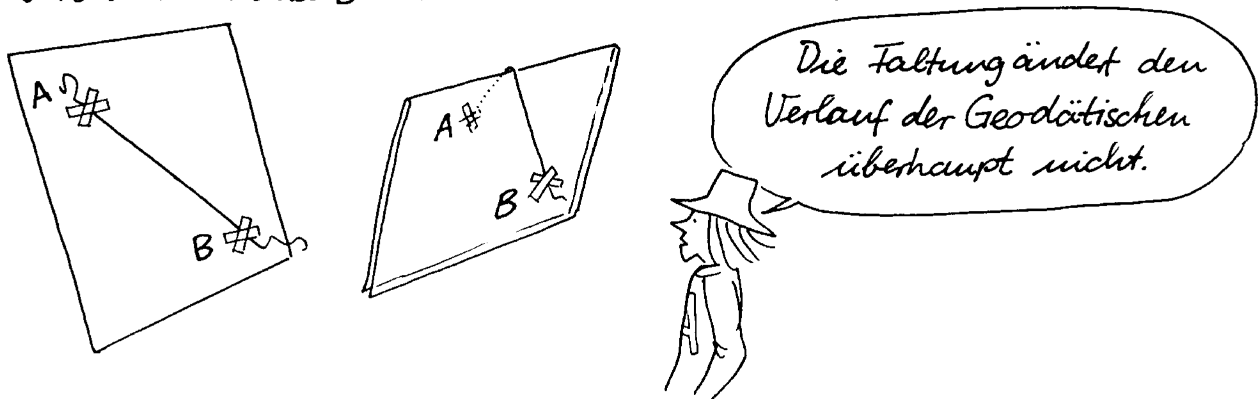
He, sagen Sie mal, ...

... wollen Sie mir ein X für ein U vormachen?

Was machen Sie?

Ich untersuche die Rückseite meines Hauses.

Nehmen wir ein Stück Ebene,
verbinden A und B durch eine Gerade und falten es.



Zeichnen Sie auf ein Blatt Papier mit einem Lineal eine Menge Geraden und zerknüllen Sie das Blatt. Die Linien, die Sie sehen, bleiben die Geodätischen der Fläche.

Dieser erste Teil der Reise durch die Welt der Flächen war ein Kinderspiel. Der zweite Teil führt zu den ...

Ich will aussteigen!

...GEKRÜMMTEN DREIDIMENSIONALEN RÄUMEN

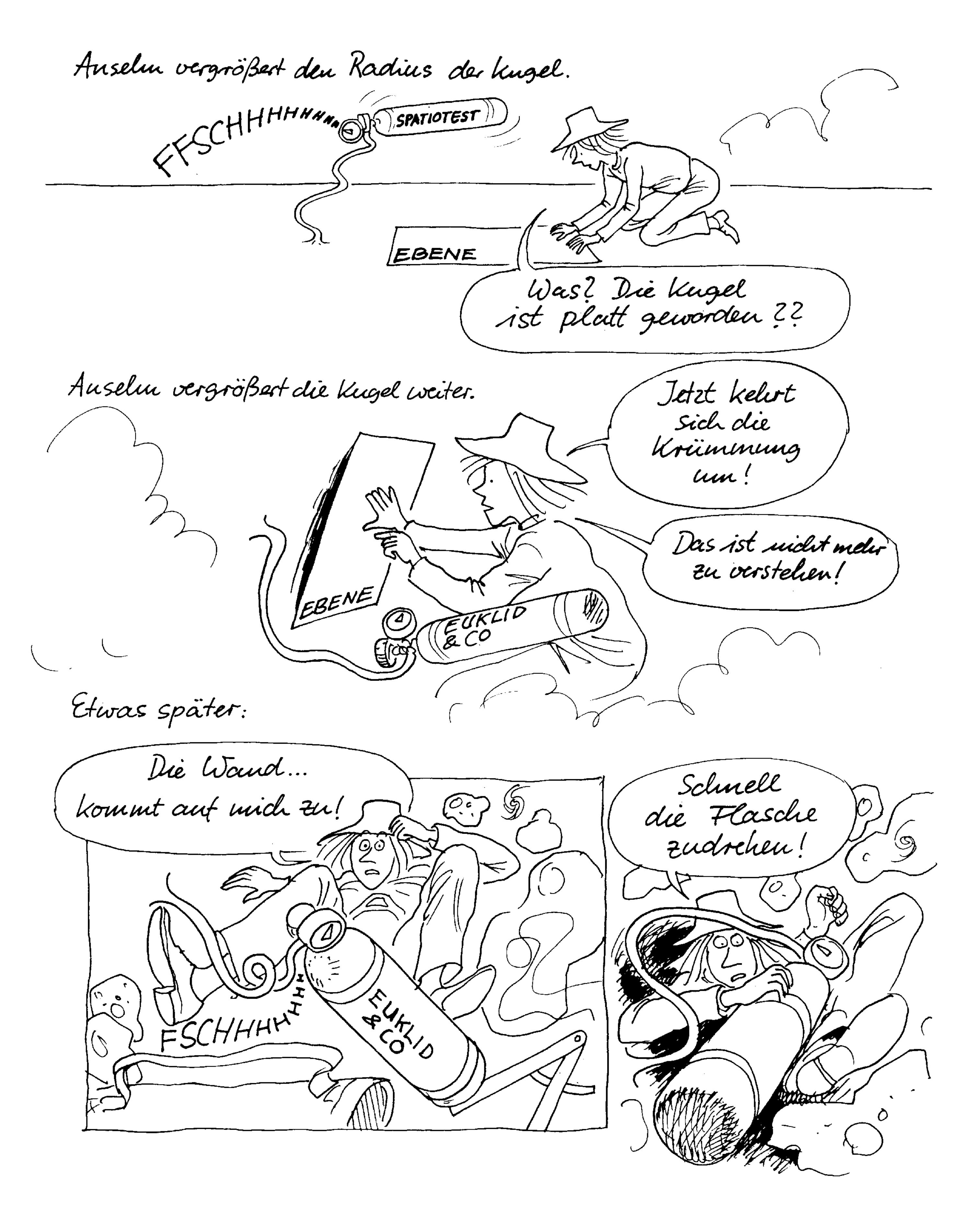

Herr Wüßtegern?
Allerdings!
Ich vertrete das Haus Euklid & Co. Sie hatten kürzlich ... äh ... einigen Verdruß mit unserem Material?
EUKLID & CO
Ich habe hier einen Artikel, der Sie vollkommen zufriedenstellen müßte.
Das interessiert mich.
Die Zukunft gehört dem Dreidimensionalen. Sehen Sie, die Geometrie der zwei Dimensionen ist ein bißchen ... äh ... überholt.
KOSMISCHES FLUID SPATIOTEST
Unser neuer Bausatz für Geodätische ...
... besteht aus starren Stangen, die sich perfekt aneinanderfügen lassen ...
... und Ihnen die Sicherheit geben, weder nach rechts noch nach links, weder nach oben noch nach unten, sondern stets geradeaus zu gehen.


Mit dieser Farbe messen Sie Flächen. Genau hundert Gramm pro Quadratmeter.
Genial!
Und wenn Sie Volumina messen wollen, füllen Sie diese mit Gas. Den Verbrauch lesen Sie direkt an der Meßuhr ab.
Und behalten Sie im Kopf: Oberfläche der Kugel: $4\pi l^2$, Volumen: $\frac{4}{3}\pi l^3$.
Vielen Dank!
EUKLID & CO
Ganz schön mühsam!
Anselm ist diesmal in einem dreidimensionalen Raum gelandet. Wir werden ihn bei seinen Entdeckungen begleiten.


Wirklich bestes Material! Jede Stange ist genau einen Meter lang.
Aber nachdem er etliche Stangen zusammengesteckt hatte:
Da, es ist dasselbe wie vorhin, …
… meine Geodätische schließt sich!
Ein geschlossener dreidimensionaler Raum?
Das ist das Ende!
Anselm, der sich auf einen Asteroiden gesetzt hatte, um etwas zu essen, beschloß zur Methode der Winkelmessung zurückzukehren.
EUKLID & CO
Ich werde wieder drei Geodätische nehmen, um ein Dreieck zu bilden.



!?
Ich habe meine Geodätischen anständig zusammengesteckt und trotzdem ist die Summe der drei Winkel größer als 180°.
Also...
... jetzt werde ich eine Kugel fabrizieren und ihr Volumen und ihre Oberfläche messen.
FFSCHHHHH...
Eine Kugel mit dem Radius l ist die Gesamtheit der Punkte, die von einem festen Punkt den Abstand l haben. Den festen Punkt werde ich mit N bezeichnen.
Und die Fläche ist auch kleiner als 4 π l².
Da, schon ist das Volumen kleiner als 4/3 π l³.
Die haben mich schon wieder reingelegt.


Anselm vergrößert den Radius der Kugel.
FFSCHHHHHHHH
SPATIOTEST
EBENE
Was? Die Kugel ist platt geworden ??
Anselm vergrößert die Kugel weiter.
Jetzt kehrt sich die Krümmung um!
Das ist nicht mehr zu verstehen!
EBENE
EUKLID & CO
Etwas später:
Die Wand... kommt auf mich zu!
FSCHHHHHHH
EUKLID & CO
Schnell die Flasche zudrehen!



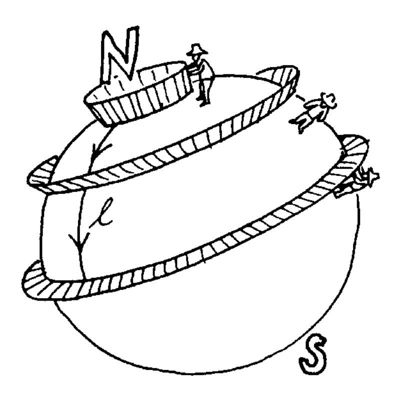
So befindet sich Anselm, der in einem dreidimensionalen Raum einen simplen Luftballon aufblasen wollte, schließlich im Inneren des Ballons.

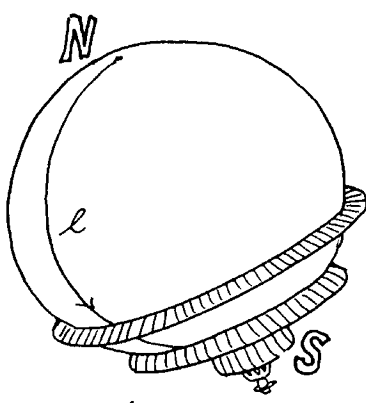
Hätte er die Gasflasche nicht rechtzeitig zugedreht, so wäre er erdrückt worden, genauso wie er sich auf Seite 13 schließlich in seiner eigenen Umzäunung gefangen hatte.

Leider kann man auch mit dem besten Willen die Krümmung eines dreidimensionalen Raumes nicht mehr bildlich darstellen. Seine Geodätischen schließen sich, und sein Volumen ist begrenzt, so wie die Oberfläche unseres Planeten geschlossen und begrenzt ist. Die Summe der Winkel eines Dreiecks im gekrümmten dreidimensionalen Raum ist größer als 180°. Um die Krümmung zu sehen, müßte man vier Dimensionen wahrnehmen können.



Möglicherweise ist unser dreidimensionales Universum eine Hyperfläche, die in einen Raum von vier Dimensionen eintaucht, der seinerseits vielleicht als Hypersphäre in einen Raum von fünf Dimensionen eintaucht, und so weiter. Aber es gehört heutzutage nicht zum guten Ton, so etwas zu sagen.





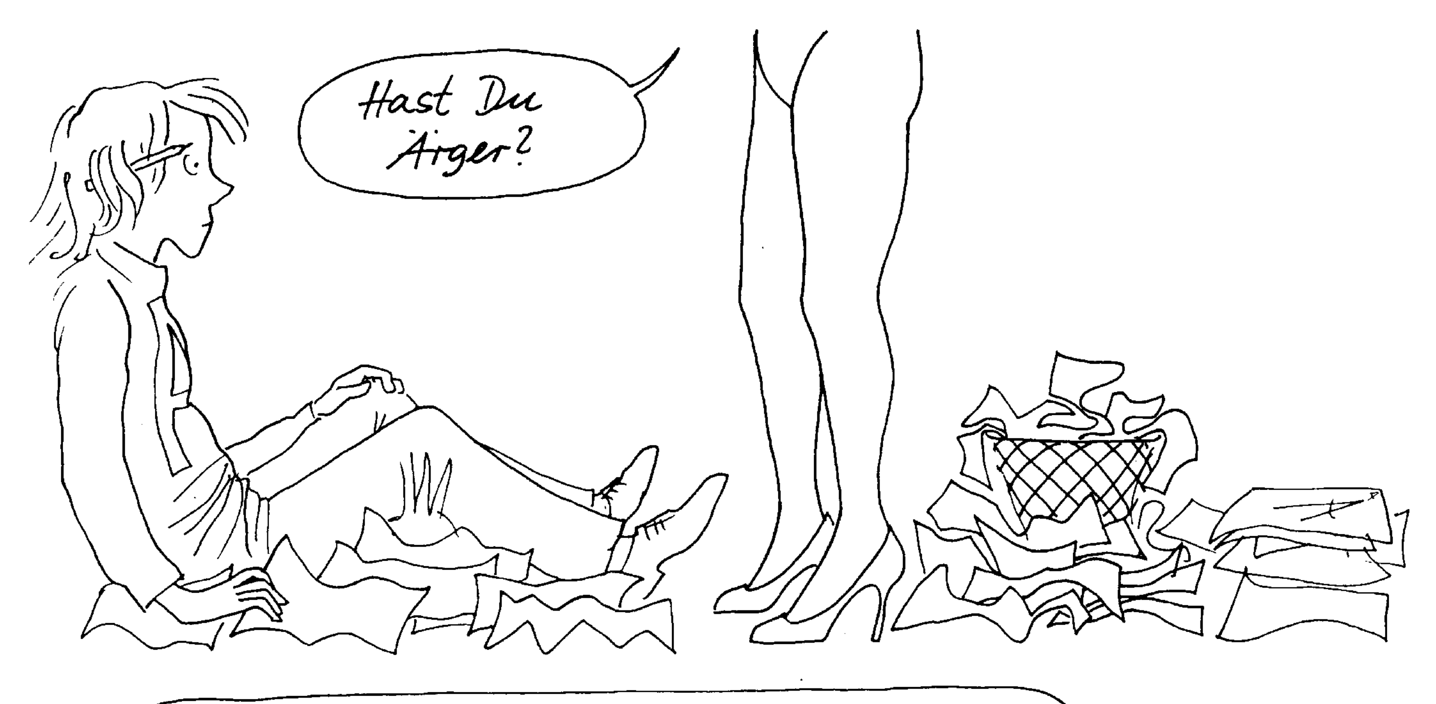
Durch Vergrößerung des Radius ℓ seines Kreises auf der Kugel hatte sich Anselm auf Seite 13 allmählich bis an den Antipoden S des Zentrums seines Kreises herangearbeitet und drohte, in seiner eigenen Umzäunung zu ersticken. Im dreidimensionalen Raum mit positiver Krümmung geschah ihm dasselbe.

Im zweidimensionalen Raum der Kugeloberfläche befand sich Anselm am Äquator, als er die Hälfte der verfügbaren Fläche eingezäunt hatte. Auch im gekrümmten dreidimensionalen Raum gibt es einen Äquator. Anselm erreichte ihn, als sein Ballon die Hälfte des verfügbaren Volumens einnahm. Auf der Kugel erschien ihm der Äquator als eine Gerade. Entsprechend empfand er den „Äquatorballon" als Ebene.

Die Krümmung des Ballons kehrte sich am Äquator um und hatte von da an ihr Zentrum im Punkt S, dem Antipoden zum ursprünglichen Zentrum N des Ballons.

Auf einer Kugel gibt es zu jedem Punkt einen Antipoden. Dasselbe gilt im gekrümmten dreidimensionalen Raum, ist dort allerdings ein bißchen schwieriger zu verstehen.





Nein, aber in meinem Kopf geht alles durcheinander... Kurven, Flächen, Räume...

Ich heiße Sophie. Kurven und was dazu gehört sind meine Spezialität.

Die Navigation in gekrümmten Räumen ist am Anfang immer ein bißchen überraschend. Man darf sich nur nicht gehemmt fühlen. Dann gewöhnt man sich ziemlich rasch daran.

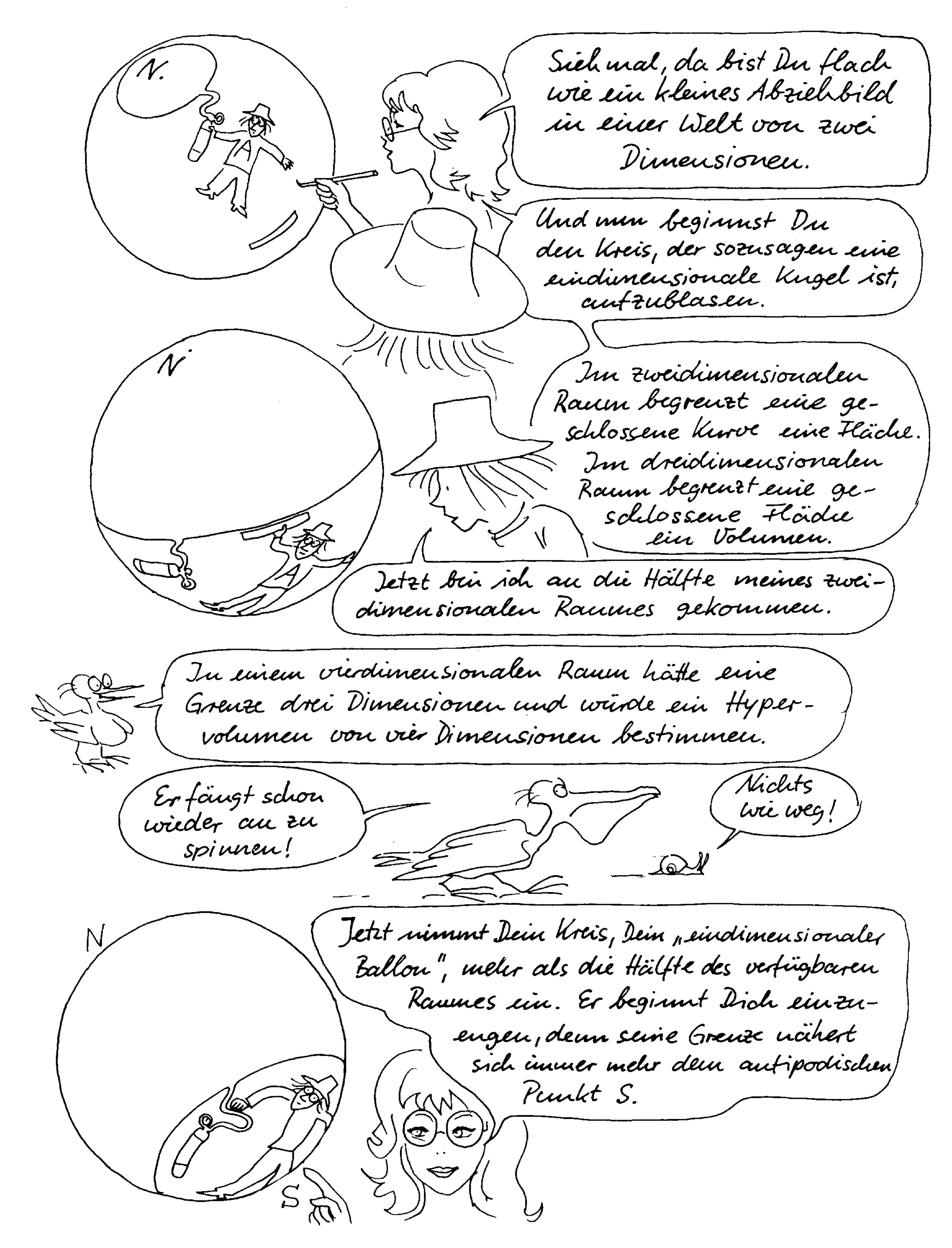
Jetzt habe ich den Faden verloren...

Macht nichts!

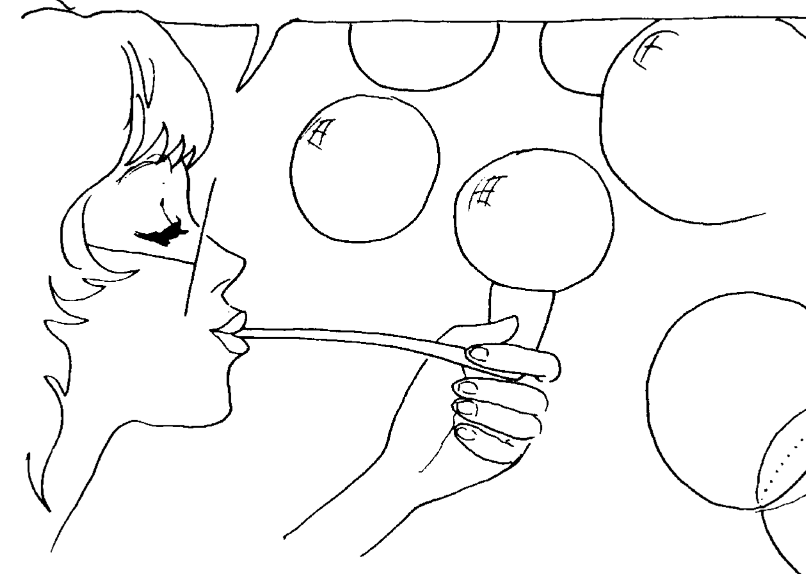




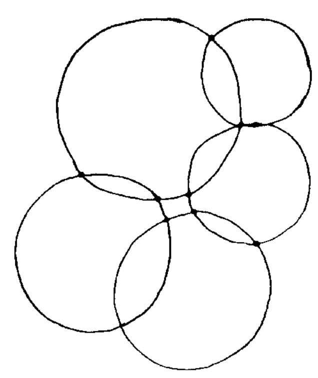
In gleicher Weise liegt das Krümmungszentrum eines gekrümmten dreidimensionalen Raumes in dem vierdimensionalen Raum, in den er eintaucht. Man darf es nicht im dreidimensionalen Raum suchen wollen. Es liegt außerhalb des für uns Anschaubaren.


N.
Sieh mal, da bist Du flach wie ein kleines Abziehbild in einer Welt von zwei Dimensionen.
Und nun beginnst Du den Kreis, der sozusagen eine eindimensionale Kugel ist, aufzublasen.
N
Im zweidimensionalen Raum begrenzt eine geschlossene Kurve eine Fläche. Im dreidimensionalen Raum begrenzt eine geschlossene Fläche ein Volumen.
Jetzt bin ich an die Hälfte meines zweidimensionalen Raumes gekommen.
In einem vierdimensionalen Raum hätte eine Grenze drei Dimensionen und würde ein Hypervolumen von vier Dimensionen bestimmen.
Er fängt schon wieder an zu spinnen!
Nichts wie weg!
N
Jetzt nimmt Dein Kreis, Dein „eindimensionaler Ballon", mehr als die Hälfte des verfügbaren Raumes ein. Er beginnt Dich einzuengen, denn seine Grenze nähert sich immer mehr dem antipodischen Punkt S.
S


Entsprechendes geschieht im gekrümmten dreidimensionalen Raum: Wenn ich den Ballon über die Hälfte des verfügbaren Volumens hinaus aufblase, so schließt er sich über mir, und seine Grenze konvergiert zum Antipoden seines Zentrums.
Die Kugel hat im gekrümmten dreidimensionalen Raum natürlich zwei Zentren, die sich zueinander wie Antipoden verhalten.
Jetzt habe ich es verstanden!
?!
Ich weiß zwar nicht genau, was ich verstanden habe, aber ich habe den Eindruck, daß es irgendetwas gewesen ist.
Trotzdem habe ich Angst.
Nicht nötig, Anselm! Wenn es um mehr als drei Dimensionen geht, heißt verstehen immer EXTRAPOLIEREN!
Ich extrapoliere, also verstehe ich.
Das Bild müssen Sie in ihrem Kopf entstehen lassen!



Diese Räume können sich durchdringen. Die ihnen gemeinsamen Punkte liegen dann auf Kreisen, das heißt in eindimensionalen Räumen.



Schneiden sich Kreise, also Räume einer Dimension, auf einem Blatt Papier, so müssen die ihnen gemeinsamen Stellen nulldimensionale Räume sein. Man sagt daher, daß ein Punkt die Dimension Null hat.



Treibt man dieses Gedankenspiel weiter, so ist eine Kugelfläche ein Bereich, der zu zwei dreidimensionalen Räumen gehört, die sich im vierdimensionalen Raum durchdringen.

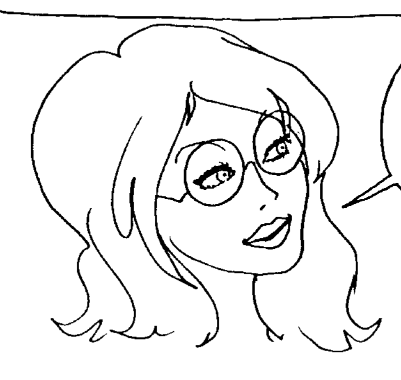
Und weiter enthielte ein gekrümmter dreidimensionaler Raum alle Elemente, die gleichzeitig zu zwei vierdimensionalen Räumen gehören, wenn sich diese in einem Raum von fünf Dimensionen durchdringen.


Mit dem Hilfsmittel der Extrapolation ausgerüstet machen sich Anselm und Sophie auf den Weg zu neuen Abenteuern.
Ich wünschte, die Mathematik wäre noch das, was sie einmal war.
Das ist ein dreidimensionales Klebeband für die Geodätischen. Die Klebestelle ist jeweils an der Schnittfläche.
Sag mal, in diesem Raum scheinen sich die Geodätischen nicht zu schließen. Wenn ich den Ballon aufblase, ist sein Volumen größer als $\frac{4}{3}\pi l^3$ und seine Oberfläche größer als $4\pi l^2$. Und schließlich finde ich für die Winkelsumme im Dreieck weniger als 180°.
Erinnere Dich an Seite 23! Du bist wieder in einem Raum mit negativer Krümmung.



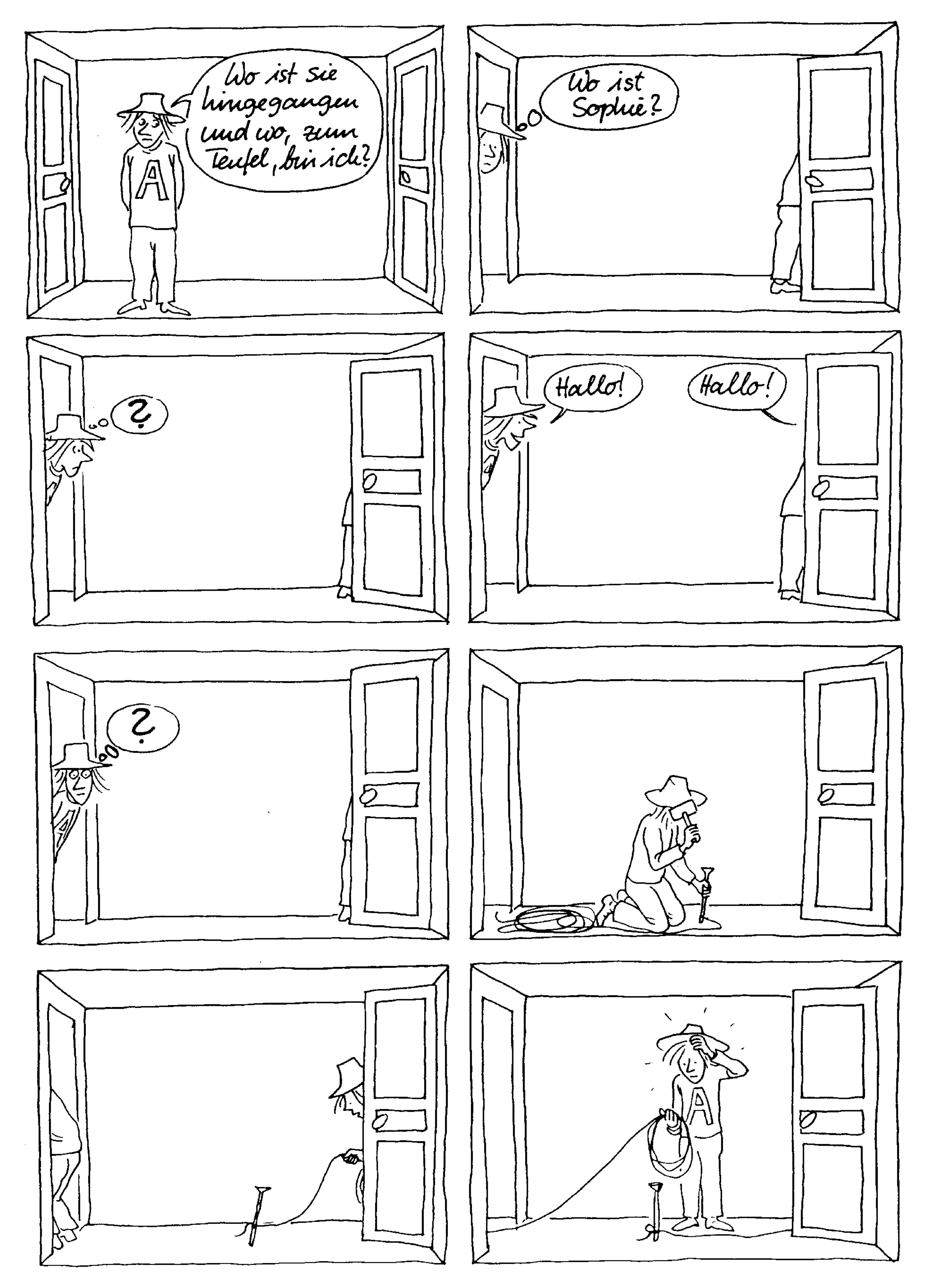
Mit der Krümmung dreidimensionaler Räume verhält es sich ähnlich wie mit der Krümmung von Flächen (die ja zweidimensionale Räume sind). Wenn die Winkelsumme eines Dreiecks im gekrümmten dreidimensionalen Raum größer als 180° ist, hat der Raum eine positive Krümmung. Bildest Du darin eine Kugel vom Radius l, so wirst Du ihr Volumen kleiner als $\frac{4}{3}\pi l^3$ und ihre Oberfläche kleiner als $4\pi l^2$ finden. Dieser Raum, den man auch hypersphärisch nennt, ist in sich geschlossen.

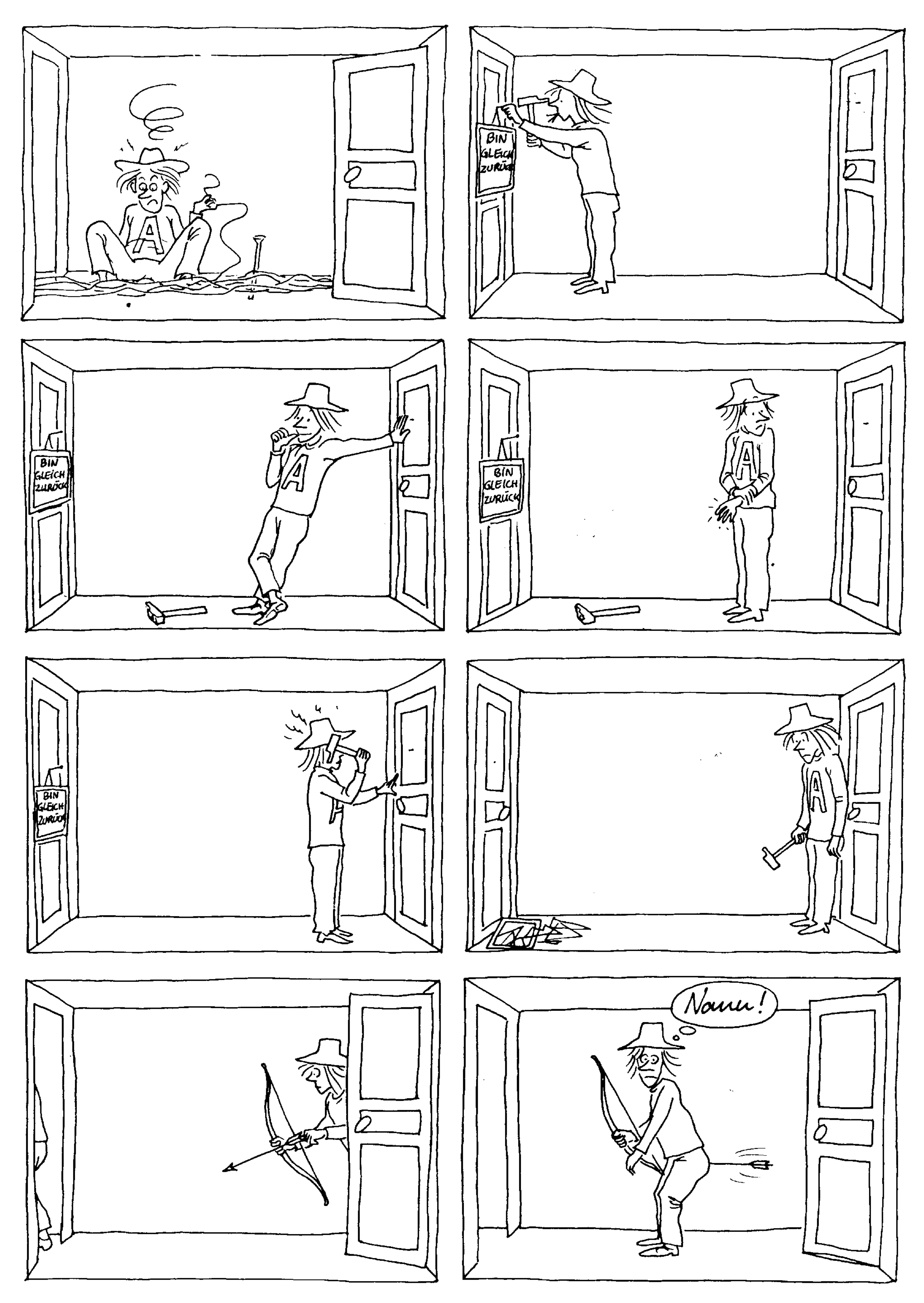
Ist die Winkelsumme eines Dreiecks in einem gekrümmten dreidimensionalen Raum kleiner als 180°, so hat der Raum eine negative Krümmung. In ihm ist das Volumen einer Kugel vom Radius l größer als $\frac{4}{3}\pi l^3$ und ihre Oberfläche größer als $4\pi l^2$. Dieser Raum hat eine unendliche Ausdehnung.



EIN RAUM KANN OFFEN ODER GESCHLOSSEN SEIN




Wo ist sie hingegangen und wo, zum Teufel, bin ich?
Wo ist Sophie?
?
Hallo!
Hallo!
?


BIN GLEICH ZURÜCK
BIN GLEICH ZURÜCK
BIN GLEICH ZURÜCK
BIN GLEICH ZURÜCK
Nanu!

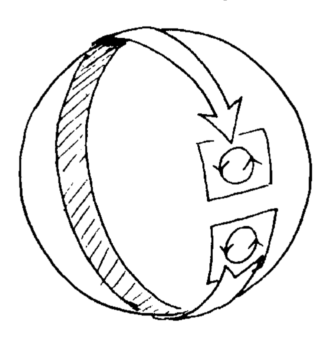

Ach ja, Anselm war in einen zylindrischen Raum von drei Dimensionen geraten. Obwohl euklidisch (die Summe der Winkel eines Dreiecks beträgt darin 180°), ist dieser Raum geschlossen.
Nanu!
Sei's drum. Aber mit den sphärischen, hyperbolischen und zylindrischen Welten haben wir jetzt doch hoffentlich alles gesehen?
GEOMETRIE
Meint Ihr?
Laßt uns ein bißchen ins Zweidimensionale zurückkehren!
He!
WOLKEN

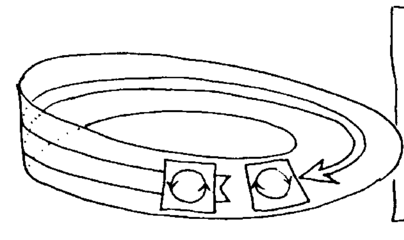
WEDER OBEN NOCH UNTEN




Sie schließt sich schon wieder!
Summe der Winkel: 180° Das Ding ist euklidisch. Wahrscheinlich wieder der Trick mit dem Zylinder.
!?!
Verdammt! Das ist neu.
AUSGANGS-PUNKT DER GEODÄTISCHEN
Um es Ihnen zu verraten: Anselm befindet sich diesmal in einem zweidimensionalen, nicht orientierbaren Raum. Das bekannteste Bild eines solchen Raumes ist das Möbius-Band. Möbius hatte diese Idee 1830. Erstaunlicherweise war sie den Griechen nicht gekommen, obwohl die sonst an (fast) alles gedacht haben.
AUSGANGS-PUNKT DER GEODÄTISCH
Sophie, hol mich da raus!

Wir wollen auf ein Stück durchsichtige Folie einen Kreis zeichnen und ihm mit zwei Pfeilspitzen eine Richtung geben. Dann legen wir die Folie auf beliebige Flächen und verschieben sie darauf. Bleibt der Kreis dabei mit sich selbst identisch, so nennen wir die Fläche orientierbar. Zylinder und Ebene sind orientierbare Flächen. Verschiebt man die Folie mit dem Kreis jedoch auf einem Möbius-Band, das gleichfalls aus durchsichtiger Folie besteht, so geschieht etwas Merkwürdiges:





Immer, wenn die Folie mit dem Kreis diesen zweidimensionalen Raum einmal durchläuft, wechselt der Kreis seine Richtung.

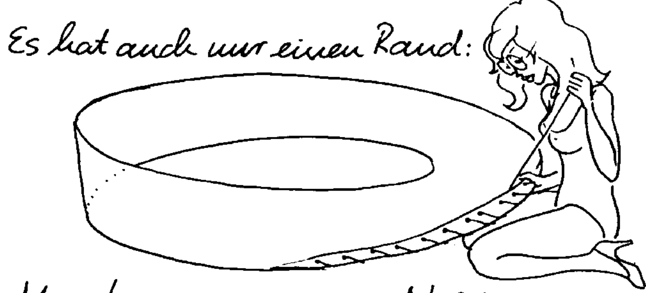
Versucht es mal! Ihr werdet sehen!



Nanu?

Ein Möbius-Band kann man nicht auf der einen Seite mit einer Farbe und auf der anderen Seite mit einer anderen Farbe streichen, denn es hat nur eine Seite. Es ist UNILATERAL.

Es hat auch nur einen Rand:



Man kann es mit einer Naht säumen.

Anselm hat beschlossen, Nägel in das Band zu schlagen, um Innen- und Außenseiten zu markieren.

Natürlich schlägt der Versuch fehl, denn das Band hat ...

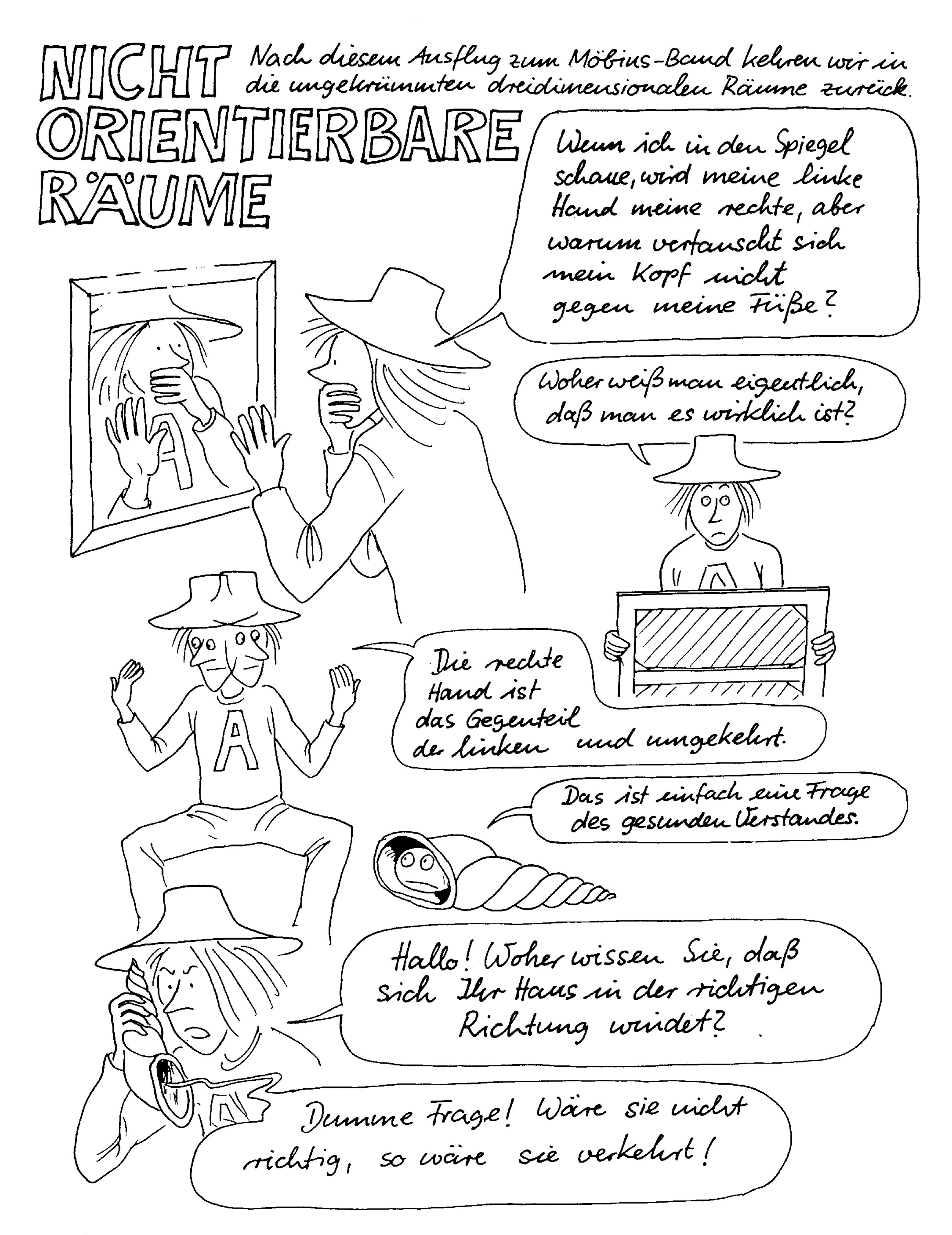
Entsetzlich!

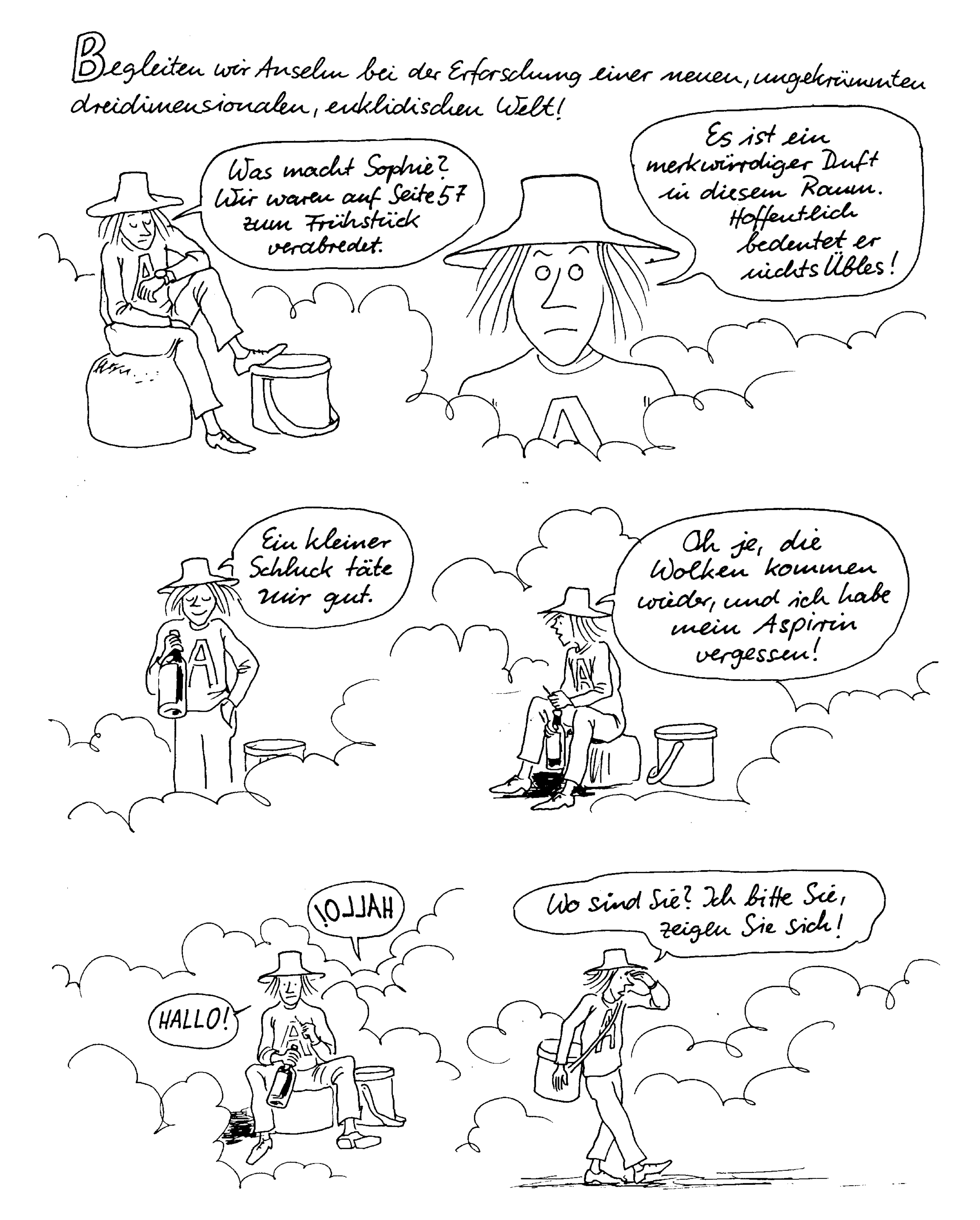
... weder eine Außenseite ...

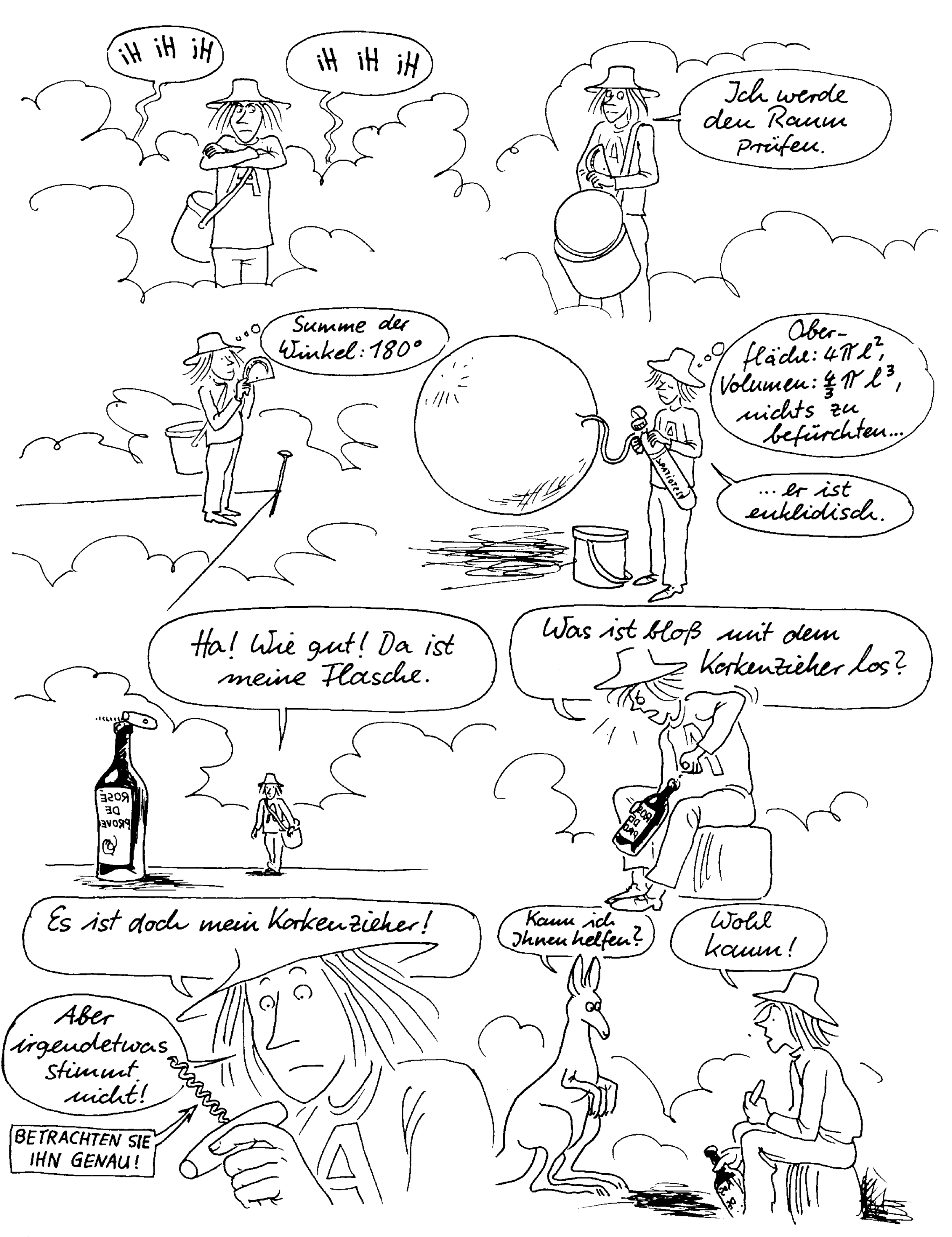
... noch eine Innenseite.

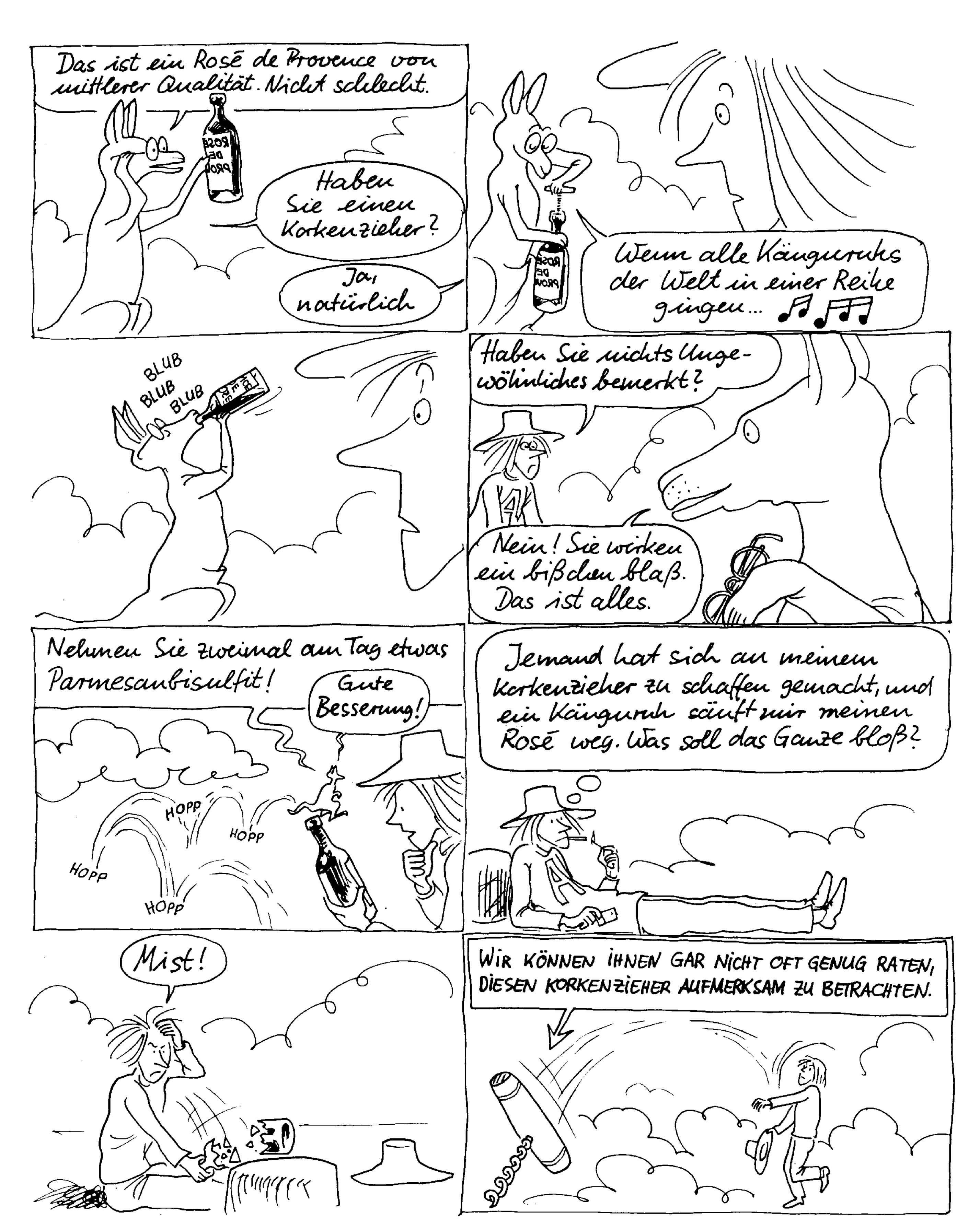



Ich werde es zerschneiden.
Das ist einfacher gesagt als getan, mein Freund!
Aber was muß man denn tun, um das Ding zu zerschneiden?
Man beachte, daß das Band durch Anselms Schnitt bilateral geworden ist!
Ganz einfach! Du schneidest es in drei Teile.
Jetzt bin ich gänzlich desorientiert.
Man beachte, daß jetzt ein unilaterales Band (weiß) von ursprünglicher Länge und ein bilaterales Band (gestrichelt und punktiert) von doppelter Länge vorliegen!

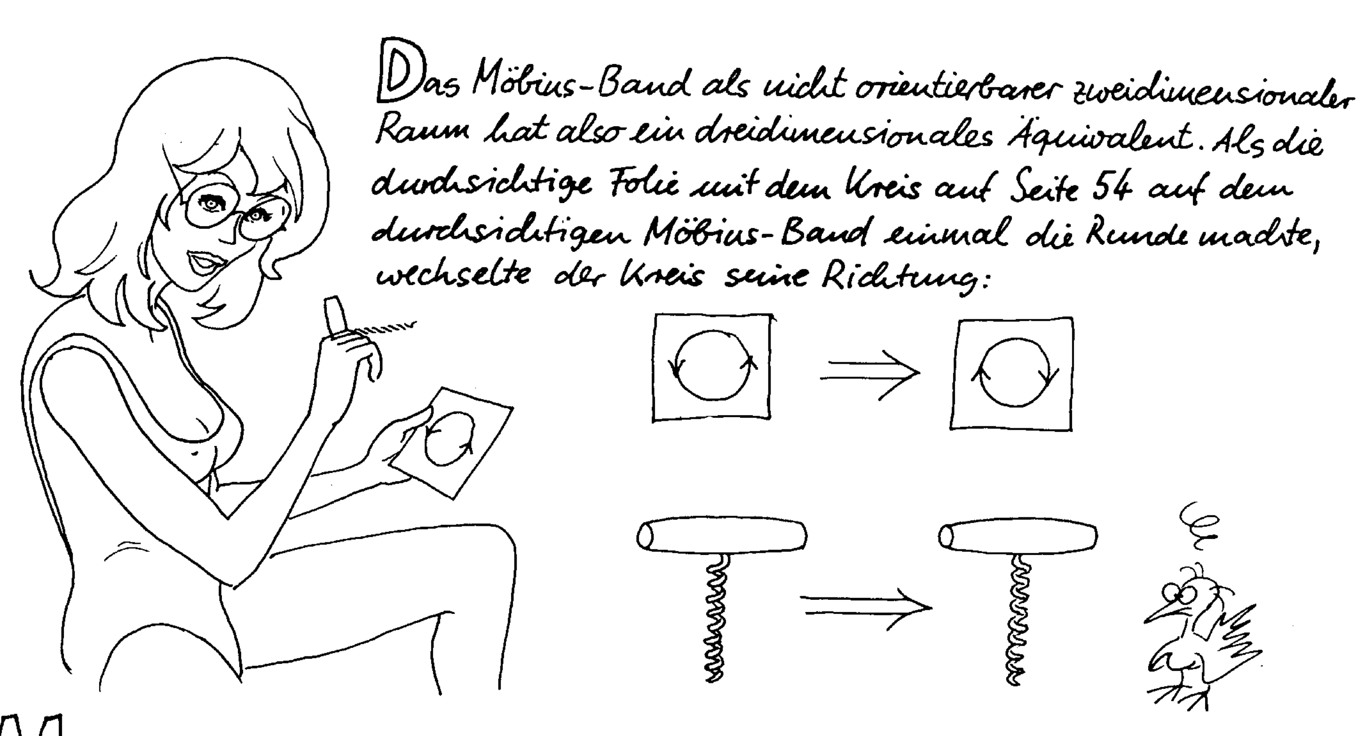

NICHT ORIENTIERBARE RÄUME
Nach diesem Ausflug zum Möbius-Band kehren wir in die ungekrümmten dreidimensionalen Räume zurück.
Wenn ich in den Spiegel schaue, wird meine linke Hand meine rechte, aber warum vertauscht sich mein Kopf nicht gegen meine Füße?
Woher weiß man eigentlich, daß man es wirklich ist?
Die rechte Hand ist das Gegenteil der linken und umgekehrt.
Das ist einfach eine Frage des gesunden Verstandes.
Hallo! Woher wissen Sie, daß sich Ihr Haus in der richtigen Richtung windet?
Dumme Frage! Wäre sie nicht richtig, so wäre sie verkehrt!


Begleiten wir Anselm bei der Erforschung einer neuen, ungekrümmten dreidimensionalen, euklidischen Welt!
Was macht Sophie? Wir waren auf Seite 57 zum Frühstück verabredet.
Es ist ein merkwürdiger Duft in diesem Raum. Hoffentlich bedeutet er nichts Übles!
Ein kleiner Schluck täte mir gut.
Oh je, die Wolken kommen wieder, und ich habe mein Aspirin vergessen!
HALLO!
HALLO!
Wo sind Sie? Ich bitte Sie, zeigen Sie sich!

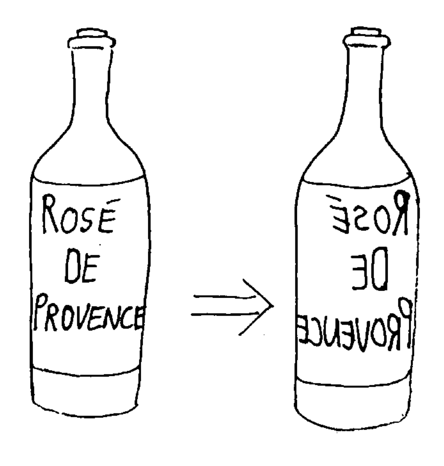

Hi Hi Hi
Hi Hi Hi
Ich werde den Raum prüfen.
Summe der Winkel: 180°
Ober-fläche: $4\pi r^2$, Volumen: $\frac{4}{3}\pi r^3$, nichts zu befürchten...
... er ist euklidisch.
Ha! Wie gut! Da ist meine Flasche.
Was ist bloß mit dem Korkenzieher los?
Es ist doch mein Korkenzieher!
Aber irgendetwas stimmt nicht!
BETRACHTEN SIE IHN GENAU!
Kann ich Ihnen helfen?
Wohl kaum!


Das ist ein Rosé de Provence von mittlerer Qualität. Nicht schlecht.
ROSÉ DE PROV
Haben Sie einen Korkenzieher?
Ja, natürlich
Wenn alle Känguruhs der Welt in einer Reihe gingen...
BLUB BLUB BLUB
Haben Sie nichts Ungewöhnliches bemerkt?
Nein! Sie wirken ein bißchen blaß. Das ist alles.
Nehmen Sie zweimal am Tag etwas Parmesanbisulfit!
Gute Besserung!
HOPP
HOPP
HOPP
HOPP
Jemand hat sich an meinem Korkenzieher zu schaffen gemacht, und ein Känguruh säuft mir meinen Rosé weg. Was soll das Ganze bloß?
Mist!
WIR KÖNNEN IHNEN GAR NICHT OFT GENUG RATEN, DIESEN KORKENZIEHER AUFMERKSAM ZU BETRACHTEN.

Das Möbius-Band als nicht orientierbarer zweidimensionaler Raum hat also ein dreidimensionales Äquivalent. Als die durchsichtige Folie mit dem Kreis auf Seite 54 auf dem durchsichtigen Möbius-Band einmal die Runde machte, wechselte der Kreis seine Richtung:



Man sieht, daß diese Objekte spiegelbildlich sind. Da Anselm im nicht orientierbaren dreidimensionalen Raum einmal die Runde gemacht hat, kommt er als sein eigenes Spiegelbild (und als sein eigener Antipode) an den Ausgangspunkt seines Weges. Kein Wunder, daß er die Flasche spiegelbildlich sieht und daß sich der Korkenzieher für ihn in einem nicht gewohnten Sinn dreht, denn diese Dinge sind ja an ihrem Platz geblieben. Nach einer zweiten Runde durch den Raum würden für Anselm alle Dinge wieder normal erscheinen unter der Bedingung, daß er sie weiterhin an ihrem Platz läßt.



Anselm und das Känguruh von der Gattung der Antipodier bewohnen denselben Raum, aber sie unterscheiden sich in dem Sinn, daß alles, was für das Känguruh die richtige Richtung hat, für Anselm verkehrt ist und umgekehrt.

EPILOG:


Alles geht schief. Es gibt weder rechts noch links, weder verkehrt noch richtig. Wohin führt das, und welchen Weg soll man nehmen?
Folge immer den Geodätischen, Anselm, den Geodätischen Deines Lebens!
Ich werde nie glauben, daß das Universum dermaßen verschroben ist. Das sind alles Spinnereien von Mathematikern...
... oder Zeichentricks!
Warum soll man sich darüber aufregen, da der Raum doch euklidisch ist? (*)
(*) Äußerung von Ostrogradsky, ordentlichem Professor für Mathematik in Petrograd, im Jahr 1830 nach der Lektüre der Arbeiten von Riemann und Lobatschewsky.

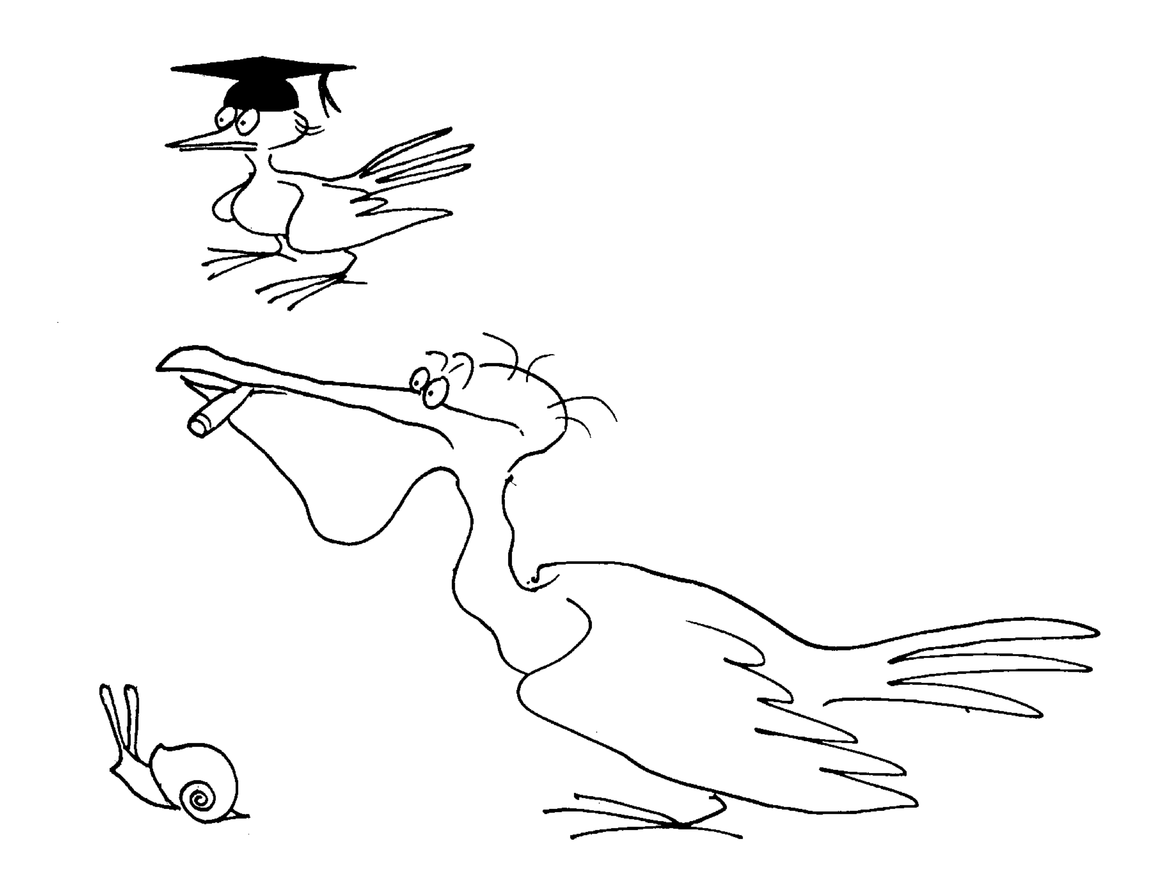


Nehmen wir mal an, das Universum wäre wirklich nicht das, was es scheint. Und dann stellen Sie sich vor, das würde in der Schule gelehrt!
Entsetzlich!
Schließlich zählt eben doch nur das Leben. Und zum täglichen Leben braucht man, wenn Sie mir glauben, ...
Aber was steckt hinter alledem?
Die PHYSIK, mein Lieber!
Das muß ich zu verstehen suchen!
Vorwärts ins Konkrete!
Ist da jemand?



... wenn die mittlere Dichte der Materie im Universum kleiner als 10^{-29} Gramm pro Kubikzentimeter ist...
?
... dann hat das Universum eine negative Krümmung und eine unendliche Größe.
Ist die Dichte dagegen größer als 10^{-29} Gramm pro Kubikzentimeter, ...
!ooo
... dann ist das Universum hypersphärisch und ein geschlossener Raum.
Ist die Dichte aber gleich 10^{-29} g/cm³, so muß das Universum euklidisch sein.
Aha!
Doktor Einstein, nehme ich an?
Hm, hm!
ENDE


Ist ein Mathematiker in der Nähe?



JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.

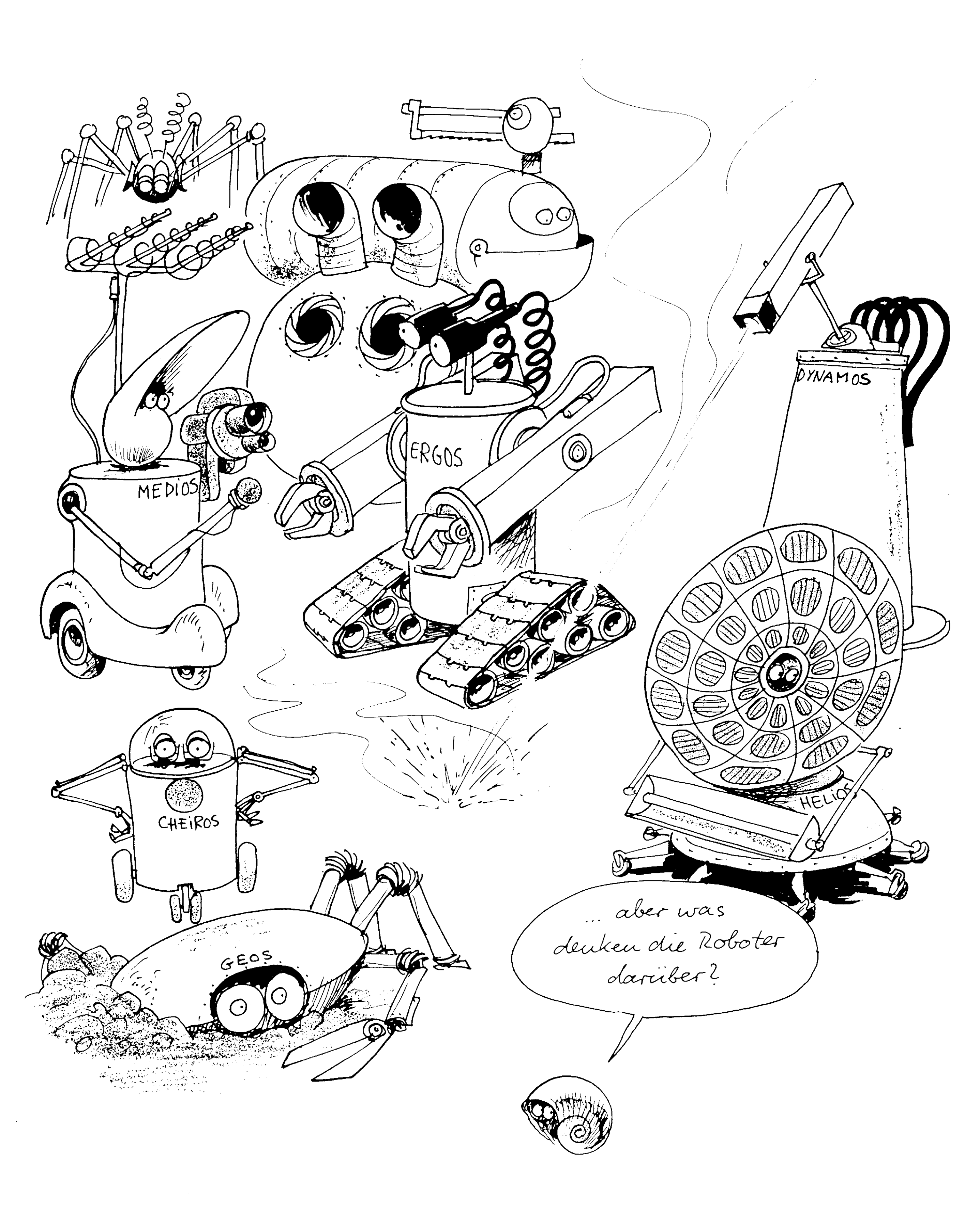


Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.


PODOS
AEROS
NOMOS
FREUD
Wir sind der Ansicht, daß Roboter nicht denken...
HODOS



MEDIOS
ERGOS
DYNAMOS
CHEIROS
HELIOS
GEOS
... aber was denken die Roboter darüber?

PROLOG

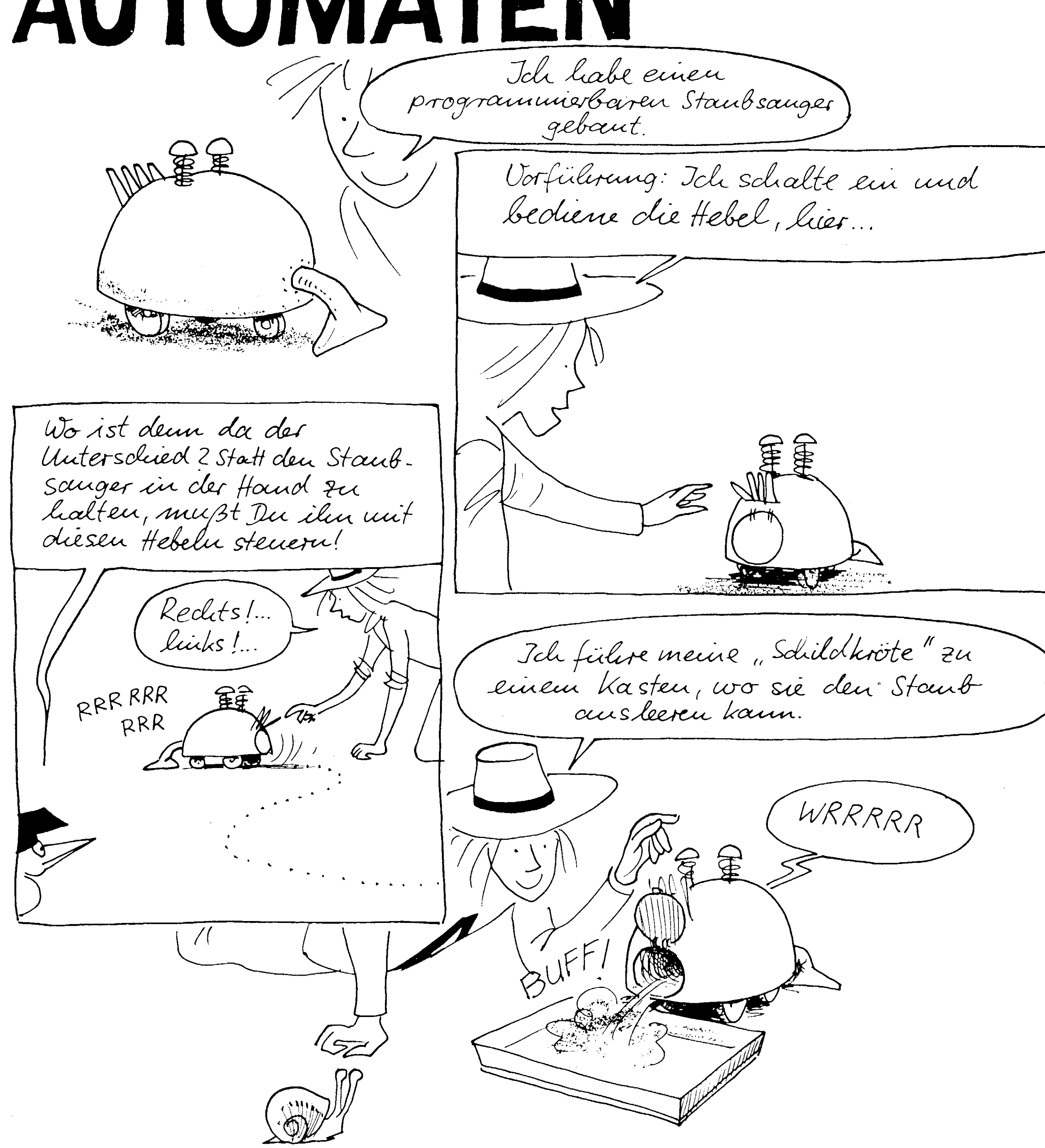


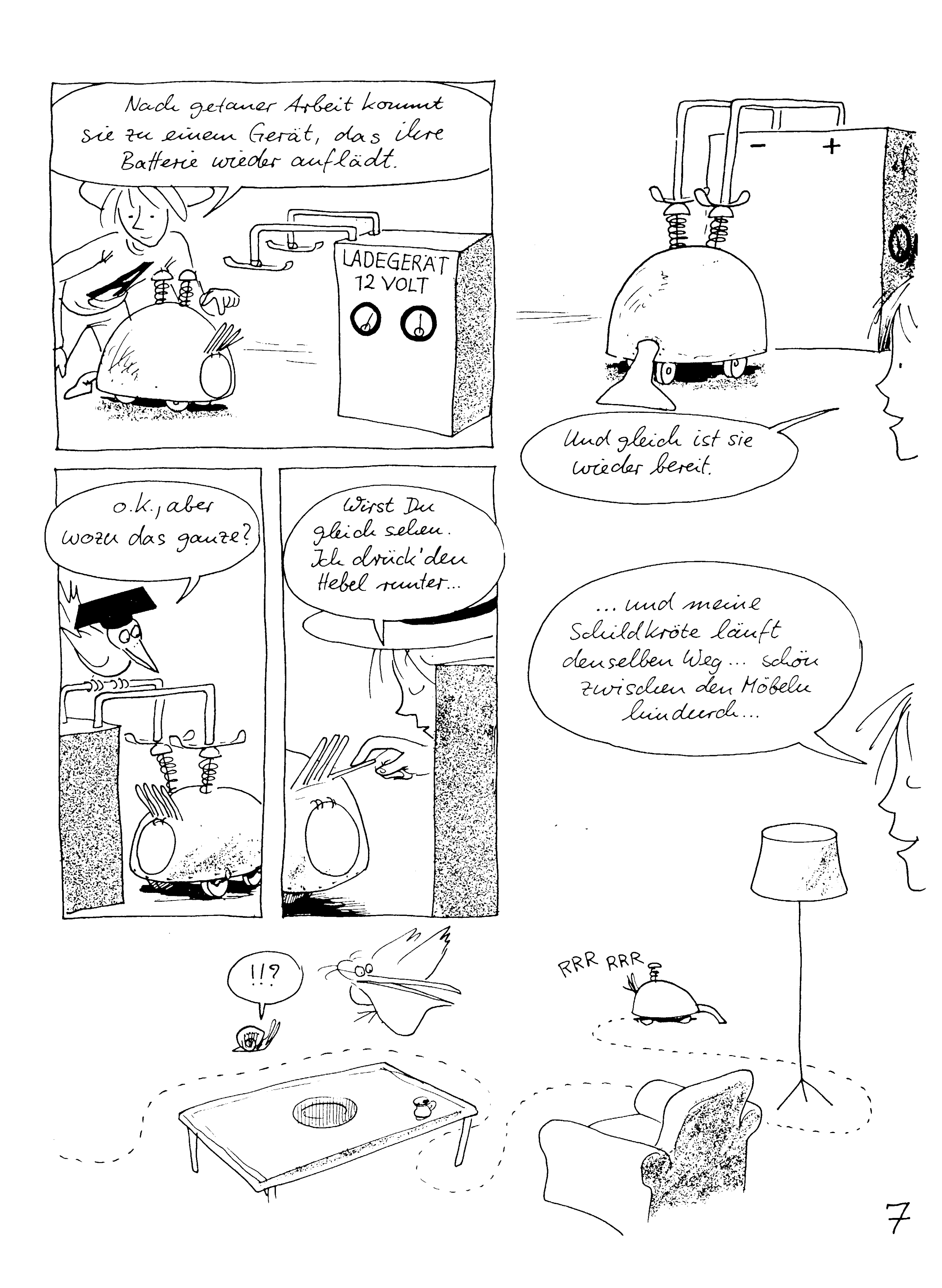
Anselm, was bastelst Du da?
...ein Schiff?
Ihr werdet schon sehen, hier... der Kessel...
Das ist kein Schiff.
Toll! Ein Dampfpelikan!
Was!!!?


Genau wie ein echter! Sogar der Gang!...
PATAKLOPP
PATAKLOPP...
Natürlich, Tiresias, wenn es darum geht, mich lächerlich zu machen, sind Sie der erste!
Ah, sehen Sie mal...
PSCHHHH
!!!
Eine Luftkissenschnecke!
WHOARRR
KLOCK
KLOCK KLOCK
KLOCK
Eine schöne Bescherung!


Was denn?
Hier sieht es aus! Hast Du die gute Stube wieder einmal in eine Werkstatt verwandelt!?!
Also, dann bis später...
Stupide Arbeit
So... fertig
Ist das eine Hitze!
Hm...
Anselm hat den Staubsauger kaputtgemacht.
Nein, er baut ihn um.

PROGRAMMIERBARE AUTOMATEN

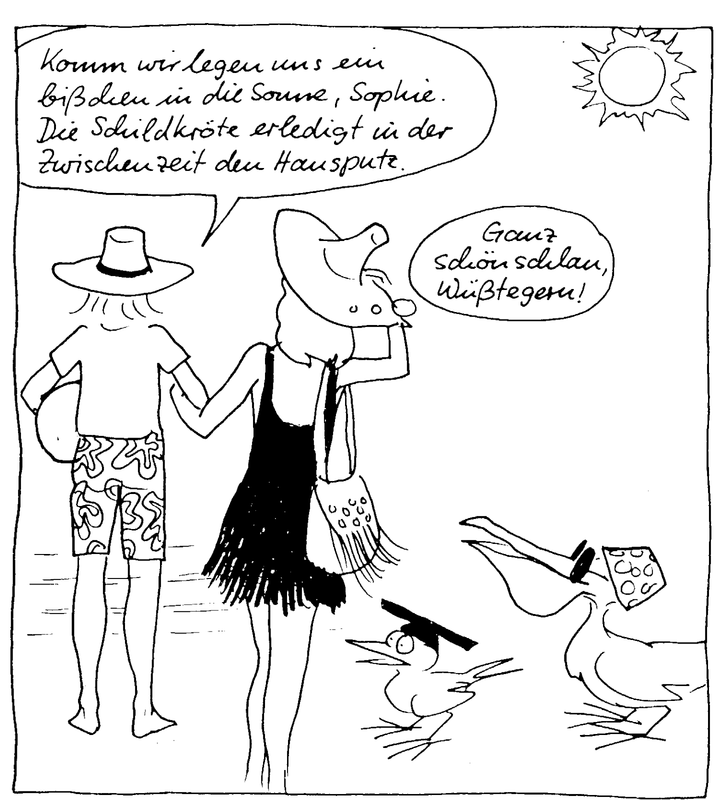



Nach getaner Arbeit kommt sie zu einem Gerät, das ihre Batterie wieder auflädt.
LADEGERÄT 12 VOLT
- +
Und gleich ist sie wieder bereit.
o.k., aber wozu das ganze?
Wirst Du gleich sehen. Ich drück' den Hebel runter...
... und meine Schildkröte läuft denselben Weg... schön zwischen den Möbeln hindurch...
!!?
RRR RRR

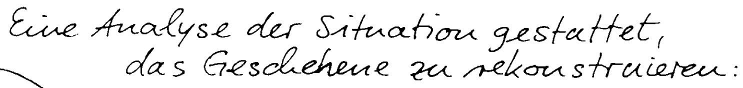


... hält wieder beim Staubkasten ...
BUFF!
... und fährt zur Ladestation zurück.
LADE
12 V
Lüftung des Geheimnisses
Hebel für die Handsteuerung
Ladekontakte
Elektromagnet (hält die Klappe des Staubbehälters)
Batterie
Lochstreifen
Gebläse des Staubsaugers
Räder mit unabhängigem Vorwärts- u. Rückwärtsantrieb
Laufrad
Während ich die Schildkröte per Hand steuere, läuft dieses Band ab, und meine Befehle werden als Löcher aufgezeichnet.
Die Aufgabe wird auf diese Weise gespeichert.


Wenn die Schildkröte beim Ladegerät ist, spule ich das Band zurück.
Und Du kannst die Funktion umkehren, so daß die Schildkröte die Befehle liest und ausführt.
Aber wo hast Du das her?
Ich habe den Mechanismus aus einem alten automatischen Klavier ausgebaut.
!?
Wir staubsaugen jetzt im Eßzimmer!
Auf gehts!!!
Vorsicht, Sophie!
RRR RRR RRR







Als erstes traf die Schildkröte auf ihrem Weg auf den Schwanz der Katze, einen Gegenstand, der nicht im Programm berücksichtigt war.

Sie saugte ihn sofort bis zur halben Länge ein...

WUAHU!

RRR RRR


PLING!
Die Katze wurde von Panik ergriffen und raste mit der Staubsauger-Schildkröte im Schlepp quer durch die ganze Wohnung. Das Ergebnis war ein beträchtlicher Sachschaden.
BONG!
HILFE!
Die Akkusäure ist ausgelaufen und hat den Teppich angefressen...
...und die Schildkröte hat meinen Pulli aufgesaugt.
Ich weiß... ich weiß... ich bringe alles wieder in Ordnung.
BUFF!
KLIP!

Die Katze hat einen Zettel hinterlassen.

„Adieu, ich bleibe keine Minute länger in dieser Klapsmühle. Zum Mäusefangen könnt Ihr nicht mehr mit mir rechnen."

Einfach so!

Meine Schildkröte, die ich für intelligent gehalten habe, ist in Wirklichkeit absolut dumm.

INPUT-OUTPUT-SYSTEME

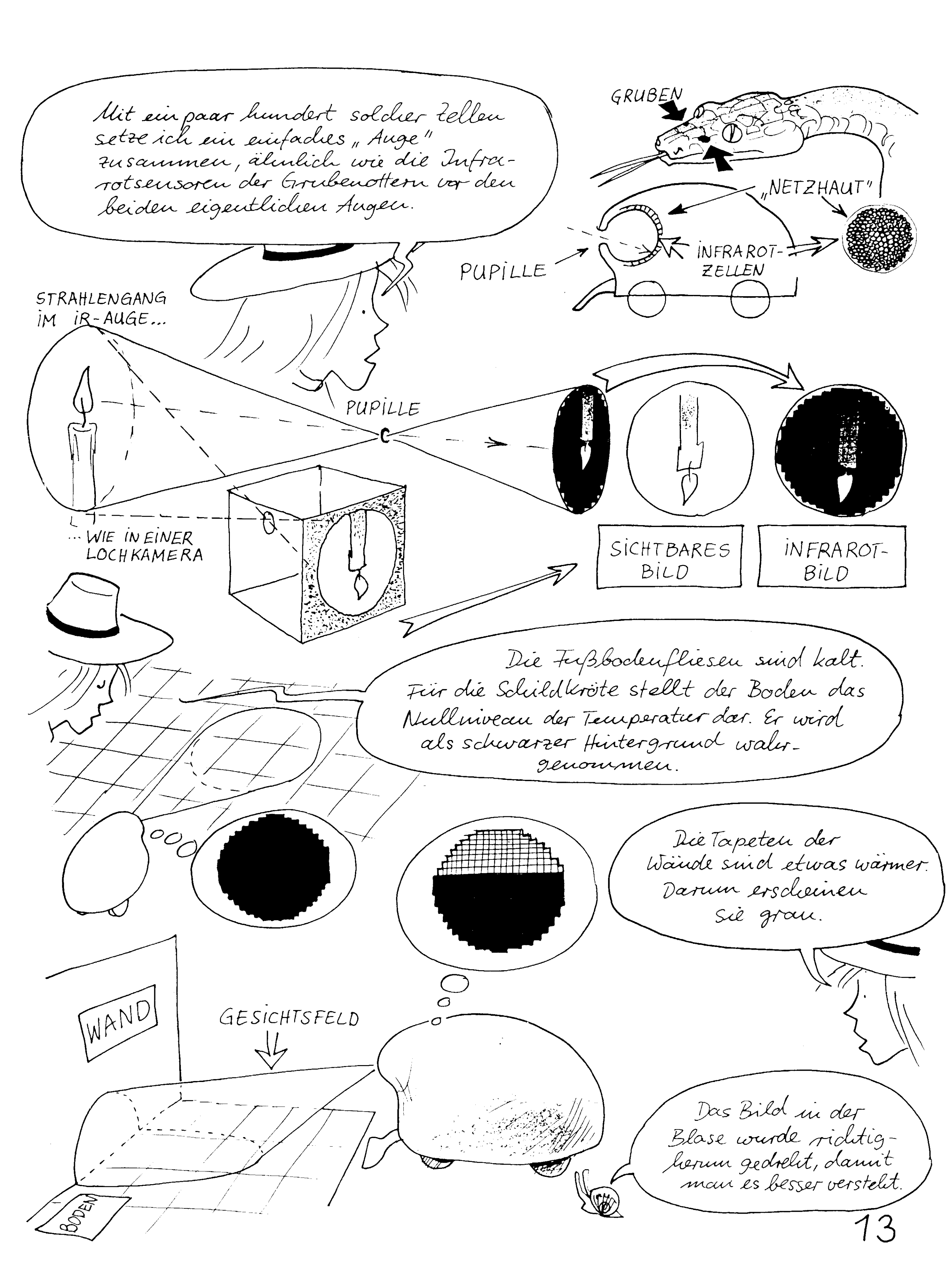
Wieso sollte sie auch intelligent sein? So wie Du sie gebaut hast, konnte sie ja nicht wissen, was um sie herum passiert.

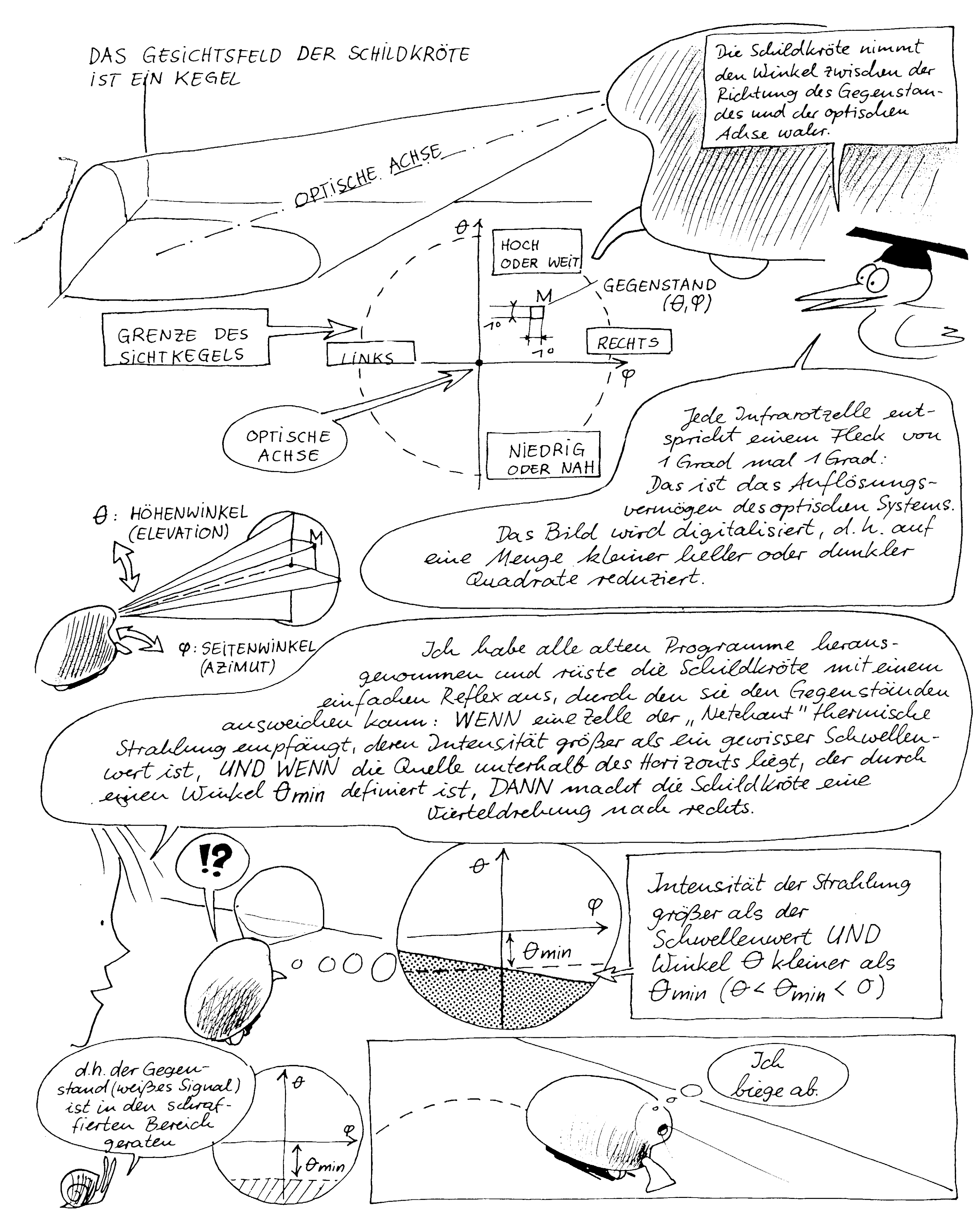
Du mußt Sie mit Sinnesorganen ausstatten.

Du hast recht. Ich werde die Schildkröte so umbauen, daß sie ihre Umgebung „sehen" kann. Hier ist eine kleine Photozelle, die für Infrarotstrahlung empfindlich ist.

Sie reagiert also auf eine Wärmequelle.

THERMISCHE STRAHLUNG


Mit ein paar hundert solcher Zellen setze ich ein einfaches „Auge" zusammen, ähnlich wie die Infrarotsensoren der Grubenottern vor den beiden eigentlichen Augen.
GRUBEN
„NETZHAUT"
PUPILLE
INFRAROT-ZELLEN
STRAHLENGANG IM IR-AUGE...
PUPILLE
...WIE IN EINER LOCHKAMERA
SICHTBARES BILD
INFRAROT-BILD
Die Fußbodenfliesen sind kalt. Für die Schildkröte stellt der Boden das Nullniveau der Temperatur dar. Er wird als schwarzer Hintergrund wahrgenommen.
Die Tapeten der Wände sind etwas wärmer. Darum erscheinen sie grau.
WAND
GESICHTSFELD
BODEN
Das Bild in der Blase wurde richtig-herum gedreht, damit man es besser versteht.


DAS GESICHTSFELD DER SCHILDKRÖTE IST EIN KEGEL
Die Schildkröte nimmt den Winkel zwischen der Richtung des Gegenstandes und der optischen Achse wahr.
OPTISCHE ACHSE
θ
HOCH ODER WEIT
GEGENSTAND (θ,φ)
M
1°
1°
GRENZE DES SICHTKEGELS
LINKS
RECHTS
φ
OPTISCHE ACHSE
NIEDRIG ODER NAH
Jede Infrarotzelle entspricht einem Fleck von 1 Grad mal 1 Grad: Das ist das Auflösungsvermögen des optischen Systems. Das Bild wird digitalisiert, d.h. auf eine Menge kleiner heller oder dunkler Quadrate reduziert.
θ : HÖHENWINKEL (ELEVATION)
M
φ : SEITENWINKEL (AZIMUT)
Ich habe alle alten Programme herausgenommen und rüste die Schildkröte mit einem einfachen Reflex aus, durch den sie den Gegenständen ausweichen kann: WENN eine Zelle der „Netzhaut" thermische Strahlung empfängt, deren Intensität größer als ein gewisser Schwellenwert ist, UND WENN die Quelle unterhalb des Horizonts liegt, der durch einen Winkel θmin definiert ist, DANN macht die Schildkröte eine Vierteldrehung nach rechts.
!?
θ
φ
θmin
Intensität der Strahlung größer als der Schwellenwert UND Winkel θ kleiner als θmin (θ < θmin < 0)
d.h. der Gegenstand (weißes Signal) ist in den schraffierten Bereich geraten
θ
φ
θmin
Ich biege ab.


Die Schildkröte ist jetzt ein Input-Output-System.
BLACK BOX
INPUT
REIZ
OUTPUT
REAKTION
eine „Black Box"
Was ist eine Blackbox?
Das ist ein Kasten mit einem Programm, das die Eingangsdaten analysiert (die Information, die von der „Netzhaut" kommt), daraus ein Verhalten ableitet (weitergehen! oder ausweichen!) und entsprechende Befehle gibt (Steuerung). Den Benutzer kümmert nicht, wie das funktioniert. Er steckt vorn etwas hinein und weiß, daß dann hinten das Richtige herauskommt.
VERARBEITUNG
INFORMATION
AUSGABE: Steuerung der Räder
EINGABE
So, das war mir zu dumm. Diesmal wirft meine Schildkröte beim Staubsaugen nichts um. Sie weicht den Wänden aus und auch den Möbeln - allem was wärmer ist als der Fußboden.
Das Problem ist gelöst, und ich habe jetzt meine Ruhe.
Anselm!!!
Was gibt's?
Die Schildkröte hat Tiresias verschluckt!
Was? Wieso denn das?!

Tiresias ist ein Kaltblüter, und er hat einen guten thermischen Kontakt zum Fußboden. Er hat also dieselbe Temperatur wie der Boden und war deshalb für die Schildkröte ... unsichtbar!

Vorsicht!

HAAA ... TSCHi!

Ich habe ihm eine Kerze auf den Rücken gestellt. So ist er in Sicherheit.

Siehst Du das da? Wenn die Schildkröte so schräg auf die Wand zufährt, muß sie zwei Vierteldrehungen machen. Das könnte man verbessern.

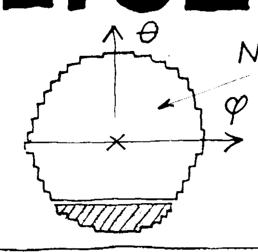
WAND

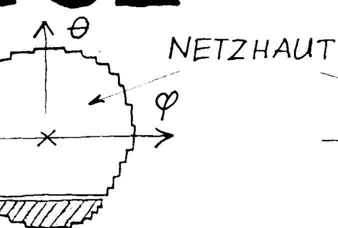
Ja, es wäre vernünftiger, sie eine Vierteldrehung nach links machen zu lassen.

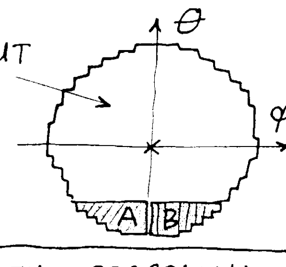
SIGNALANALYSE





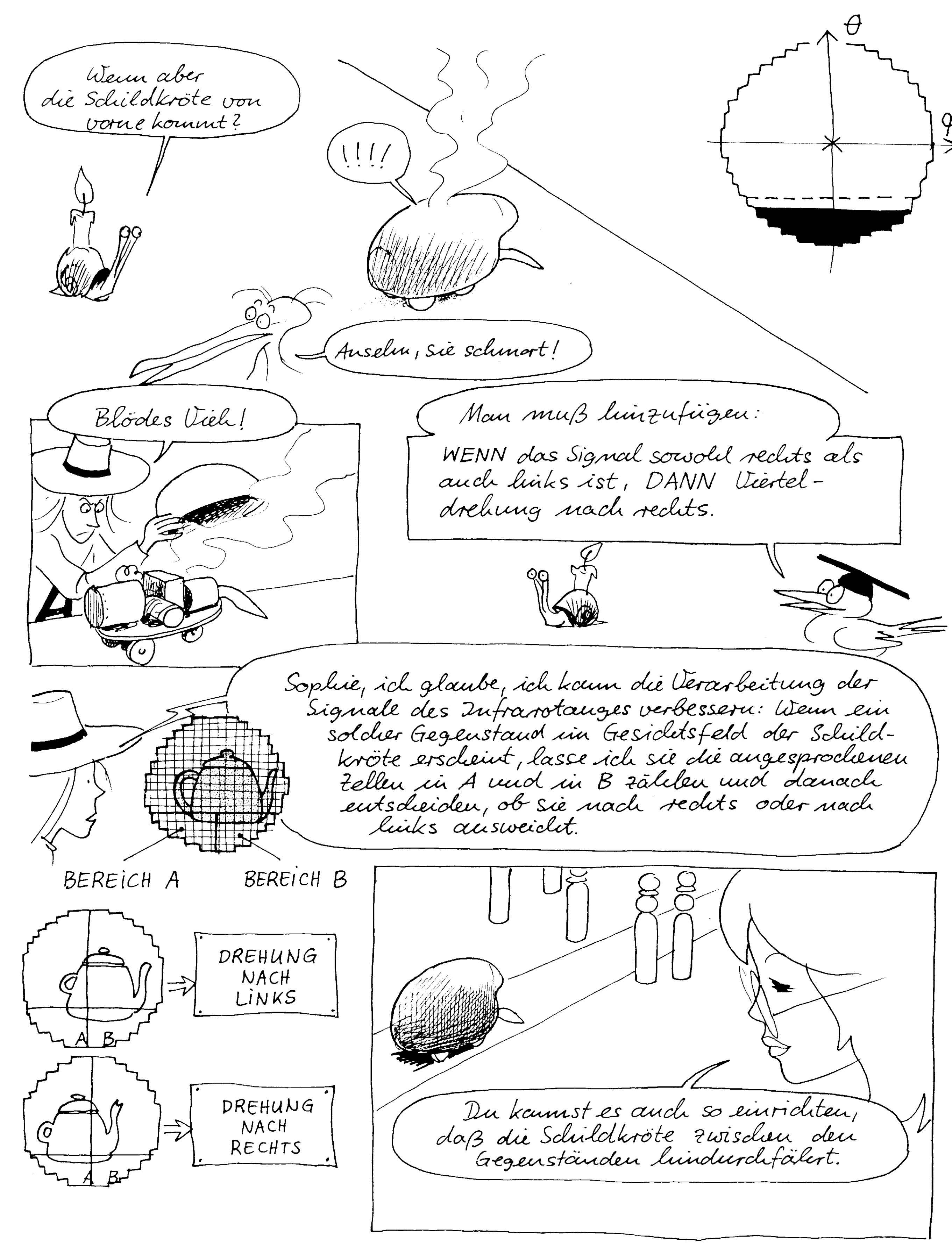


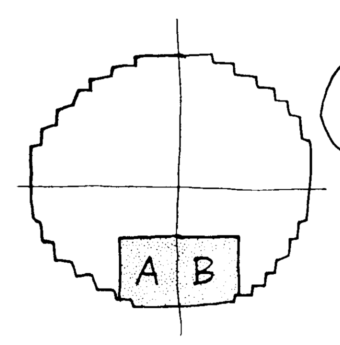




ALTES PROGRAMM:
Vierteldrehung nach rechts, wenn ein warmer Gegenstand im schraffierten Bereich auftaucht.

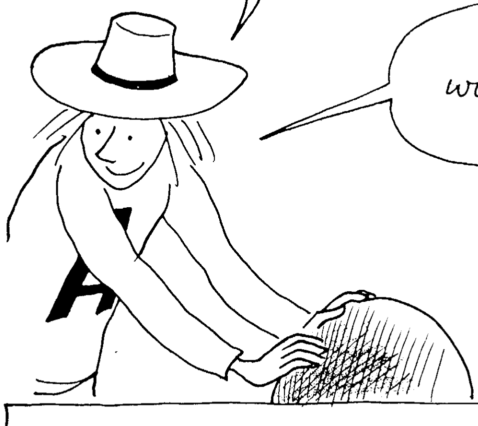
NEUES PROGRAMM:
Vierteldrehung nach rechts, wenn ein warmer Gegenstand im Bereich A erscheint, aber eine Vierteldrehung nach links, wenn er sich in Bereich B befindet.

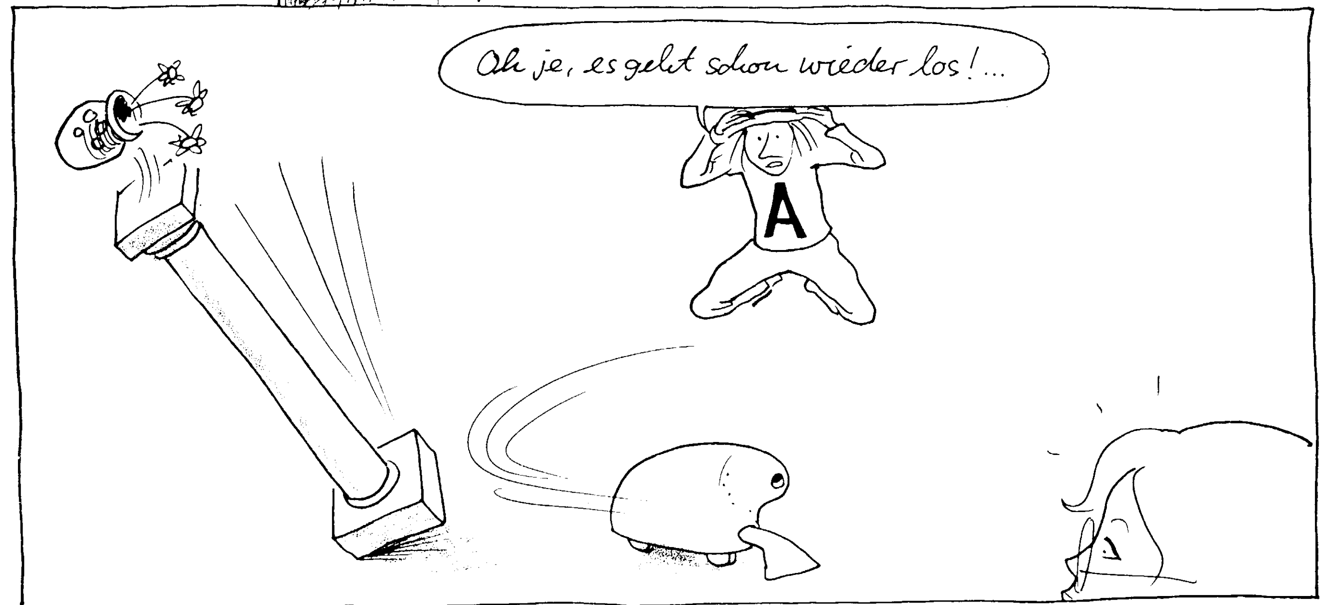

Wenn aber die Schildkröte von vorne kommt?
!!!!
Anselm, sie schmort!
θ
φ
Blödes Vieh!
Man muß hinzufügen:
WENN das Signal sowohl rechts als auch links ist, DANN Viertel-drehung nach rechts.
Sophie, ich glaube, ich kann die Verarbeitung der Signale des Infrarotauges verbessern: Wenn ein solcher Gegenstand im Gesichtsfeld der Schild-kröte erscheint, lasse ich sie die angesprochenen Zellen in A und in B zählen und danach entscheiden, ob sie nach rechts oder nach links ausweicht.
BEREICH A
BEREICH B
A B
DREHUNG NACH LINKS
A B
DREHUNG NACH RECHTS
Du kannst es auch so einrichten, daß die Schildkröte zwischen den Gegenständen hindurchfährt.





REAKTIONSZEIT






Du kannst von einem System nicht erwarten, daß es augenblicklich reagiert, Anselm. Zwischen „EINGABE" und „AUSGABE" läuft eine für das System charakteristische Reaktionszeit ab.
Wegen Deiner eigenen Reaktionszeit schaffst Du es nicht, diesen Geldschein zu fangen.
50 MARK
Verflixt!
Achtung, Input-Output-System mit kurzer Reaktionszeit!
Man muß verdammt schnell sein!
Das Saubermachen der Wohnung kostet eine Menge Energie. Meine Schildkröte macht schlapp.
A
Die Schildkröte müßte von selbst rechtzeitig zum Ladegerät zurückkehren.
Ja, aber wie soll das gehen?

REGELKREISE

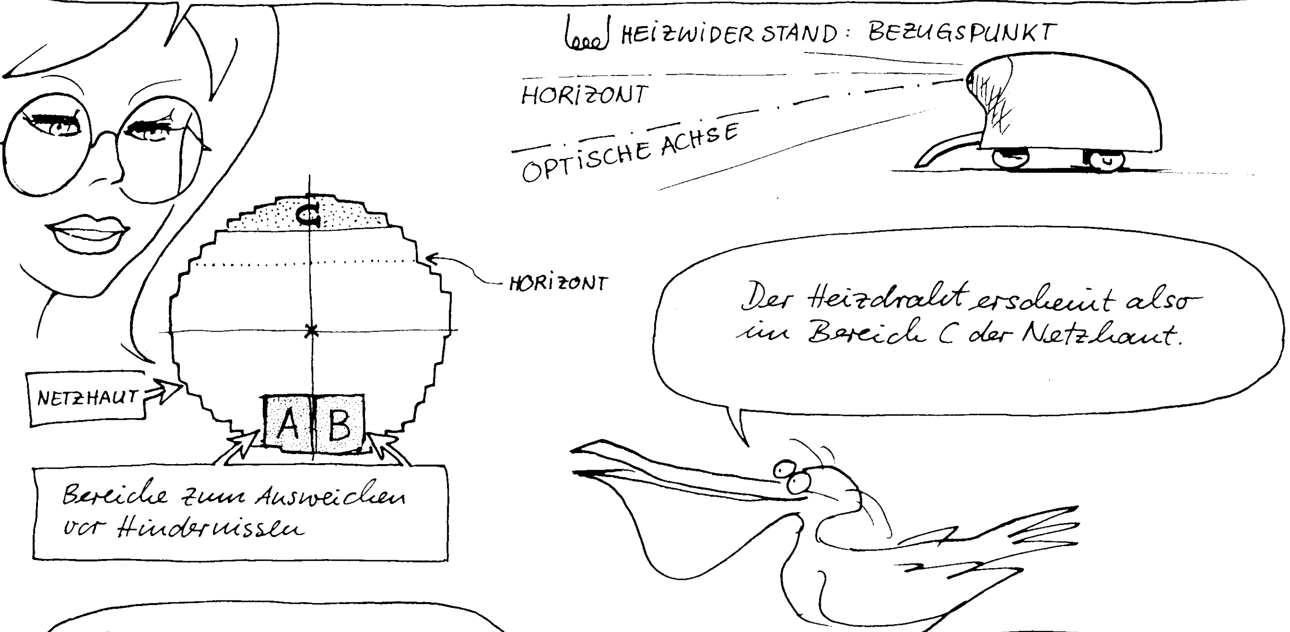




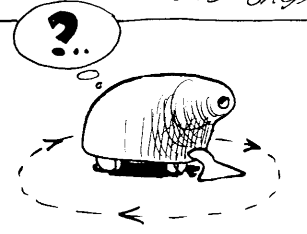




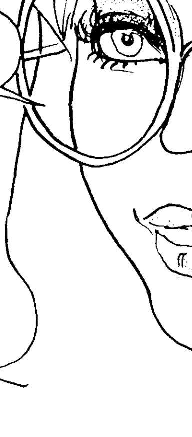
Der Heizwiderstand darf nicht als Hindernis wahrgenommen werden. Am besten bringst Du ihn etwas höher an, wie eine Art Leuchtturm.



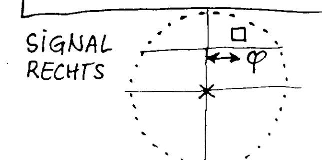
Es ist ganz einfach:
WENN die Spannung unter soundsoviel Volt gefallen ist, DANN sucht die Schildkröte den Heizdraht. Es gibt zwei Möglichkeiten: ENTWEDER der Heizdraht ist bereits im Gesichtsfeld, dann braucht die Schildkröte nur noch hingeführt zu werden, ODER er ist es nicht, dann muß sie anhalten und sich solange um sich selbst drehen, bis das Signal erscheint.



Sobald das Ziel im Gesichtsfeld ist, fährt die Schildkröte los, und zwar nach folgendem Programm:



Einschlagen der Lenkung proportional zum Winkelabstand φ zwischen dem Ziel und der Richtung der Schildkröte. Das ist eine Proportionalregelung!



SIGNAL LINKS
φ
NACH LINKS EINSCHLAGEN

Das Einschlagen der Lenkung verändert den Winkelabstand φ, sodaß die Wirkung sofort als Ursache wahrgenommen wird.

Noch ein ganz kleines bißchen nach rechts einschlagen.

ZIEL

φ

OPTISCHE ACHSE

REGELKREIS

EINGABE

AUSGABE

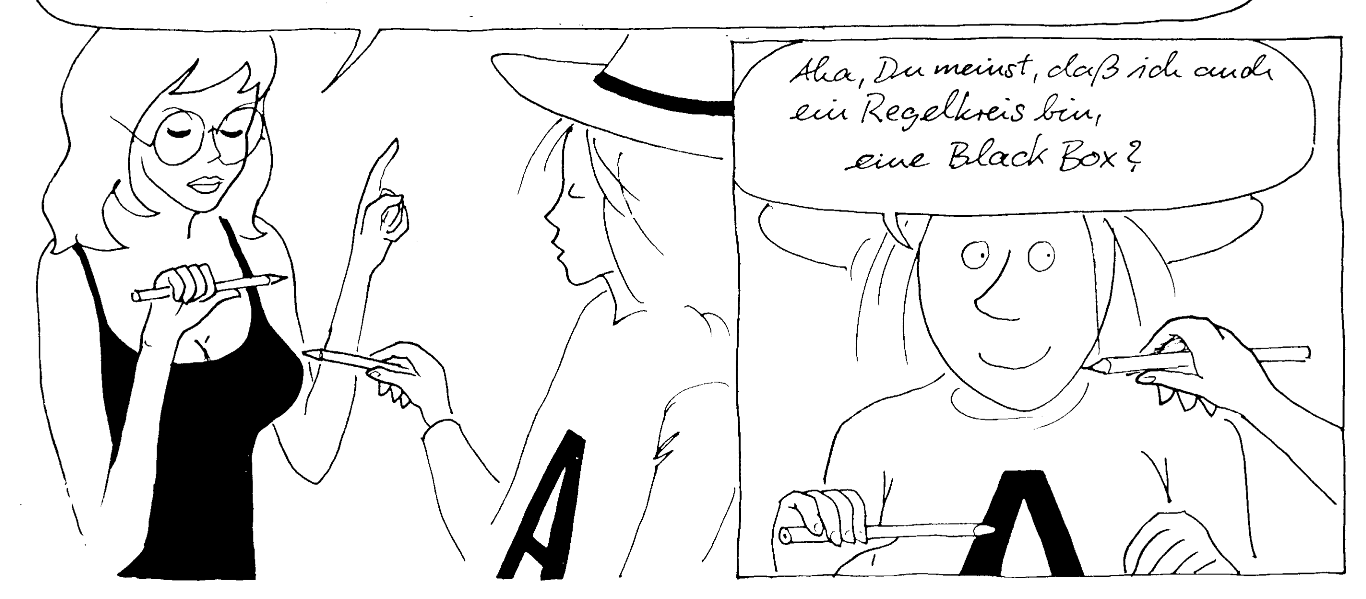
RÜCKKOPPLUNG

Auf diese Art dreht sich die Schildkröte auf das Ziel zu.

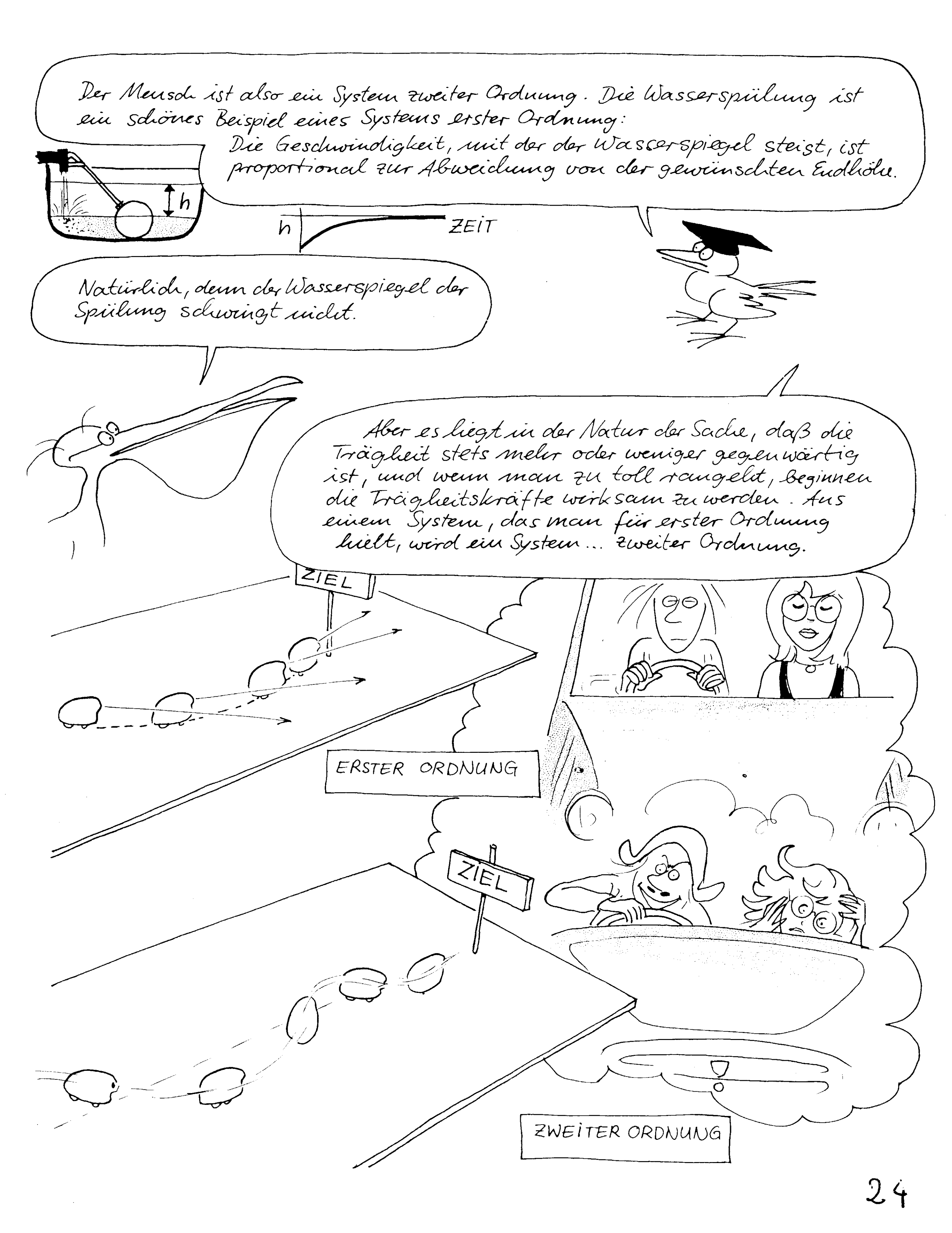
ZIEL

ORDNUNG EINES REGELSYSTEMS

Komm mal her, Anselm, wir machen ein Spiel. Sobald ich Dir ein Zeichen gebe, mußt Du Deine Bleistiftspitze an meine Bleistiftspitze heranführen.



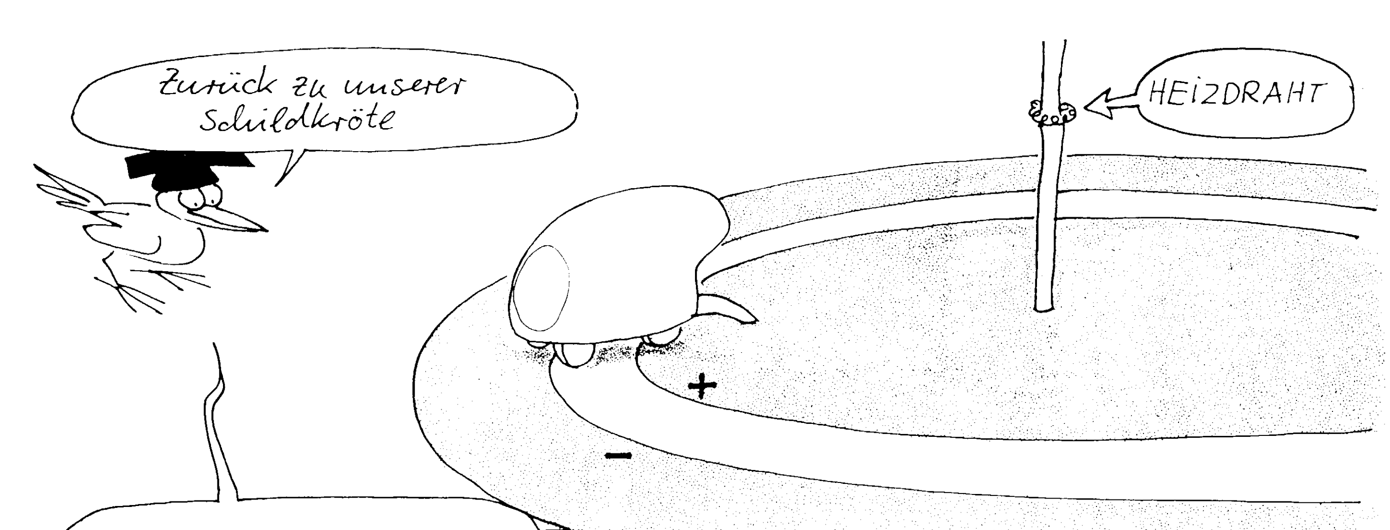

Ein „Kybernanthrop"
Ich regle die Bewegung meines Bleistifts nach der beobachteten Abweichung.
φ
IN
OUT
φ
Los, schneller!
Nanu, was ist jetzt los?
Ich schaffe es schon, aber ich mache vorher Schwingungen.
Das ist wegen der Trägheit.
In einem System erster Ordnung wirkt die Regelung (Ausgabe) direkt auf die Geschwindigkeit, ohne Trägheit. Dabei entstehen keine Schwingungen. In einem System zweiter Ordnung wirkt sie auf die Beschleunigung, d.h. auf die Kraft.
Wegen der Trägheit kann es dann Schwingungen geben.
ORT
ZEIT
ORT
ZEIT


Der Mensch ist also ein System zweiter Ordnung. Die Wasserspülung ist ein schönes Beispiel eines Systems erster Ordnung:
Die Geschwindigkeit, mit der der Wasserspiegel steigt, ist proportional zur Abweichung von der gewünschten Endhöhe.
h
h
ZEIT
Natürlich, denn der Wasserspiegel der Spülung schwingt nicht.
Aber es liegt in der Natur der Sache, daß die Trägheit stets mehr oder weniger gegenwärtig ist, und wenn man zu toll rangelt, beginnen die Trägheitskräfte wirksam zu werden. Aus einem System, das man für erster Ordnung hielt, wird ein System... zweiter Ordnung.
ZIEL
ERSTER ORDNUNG
ZIEL
ZWEITER ORDNUNG

Sophie! Leo hat gesagt, ich laufe so langsam, daß ich die Trägheitskräfte nie kennenlernen werde, und ich sei dazu verdammt, ein System erster Ordnung zu sein.



FESTWERT-REGELSYSTEM



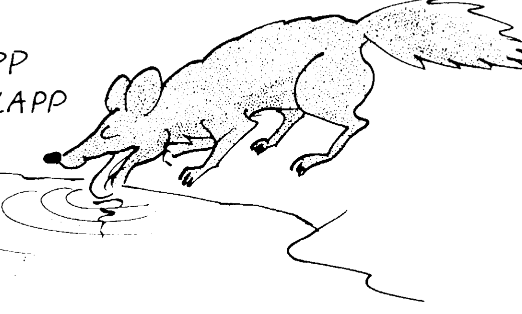
Das System, das sich Anselm ausgedacht hat, ist sehr raffiniert. Der elektrische Baum, oder Elektrophyt, liefert den Strom über zwei kreisförmige Elektroden. Dabei stellen die kupfernen Räder der Schildkröte den Kontakt her. Sobald die Vorderräder den Pluspol und die Hinterräder den Minuspol berühren, hält die Schildkröte an und lädt ihre Batterie auf. Ist die Batterie geladen, macht sie eine Kehrtwendung und nimmt ihre Pilgerfahrt gestärkt wieder auf.
Solange sie genügend Spannung hat, braucht sie den Elektrophyten und seinen Heizdraht dann nicht mehr zu beachten.



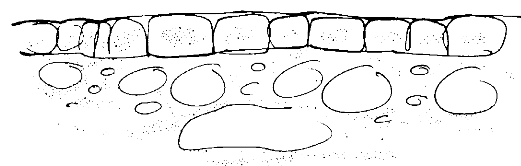

Du selbst hörst ja auch auf zu essen, wenn der Druck auf Deine Magenwand einen Schwellenwert erreicht hat.
Was mache ich?
Der Magen funktioniert wie eine Wasserspülung.
Quatsch, die Wasserspülung funktioniert wie der Magen!
Seien Sie doch nicht so grob!
Solche Systeme sorgen dafür, daß bestimmte Parameter zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert gehalten werden.
Wenn ich mich ernähre, versuche ich also, die Konzentration von Zucker, Salzen usw. in meinem Organismus zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert zu halten.

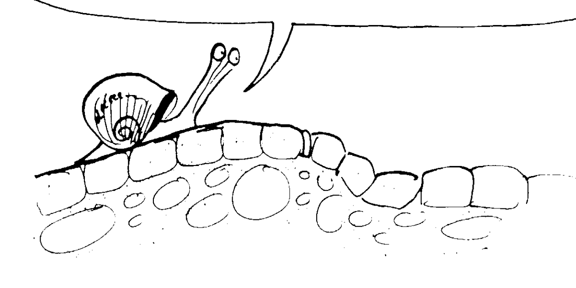

Mein Gott, dann ist der Mensch einer Maschine sehr ähnlich.
Ich würde den Satz eher umdrehen: Die Maschinen sind den Menschen ähnlich.
Die ganze Technologie ist eine Methode, die lebende Welt zu vervollständigen oder zu erweitern.
KÜNSTLICHER ECKZAHN
KÜNSTLICHES FELL
NATÜRLICHES FELL
NATÜRLICHER ECKZAHN
Nachdem der Mensch die Formen der Natur kopiert hatte, begann er Verhaltensweisen zu imitieren.
INPUT-OUTPUT-SYSTEM MIT KURZER REAKTIONSZEIT


Ein lebender Organismus ist ein phantastisches System von Festwertreglern. Die Regelkreise halten den Gehalt an Wasser und Salzen und die Zusammensetzung des Blutes und der Gewebe, aber auch die äußere Form konstant.


SCHLAPP
SCHLAPP
SCHLAPP

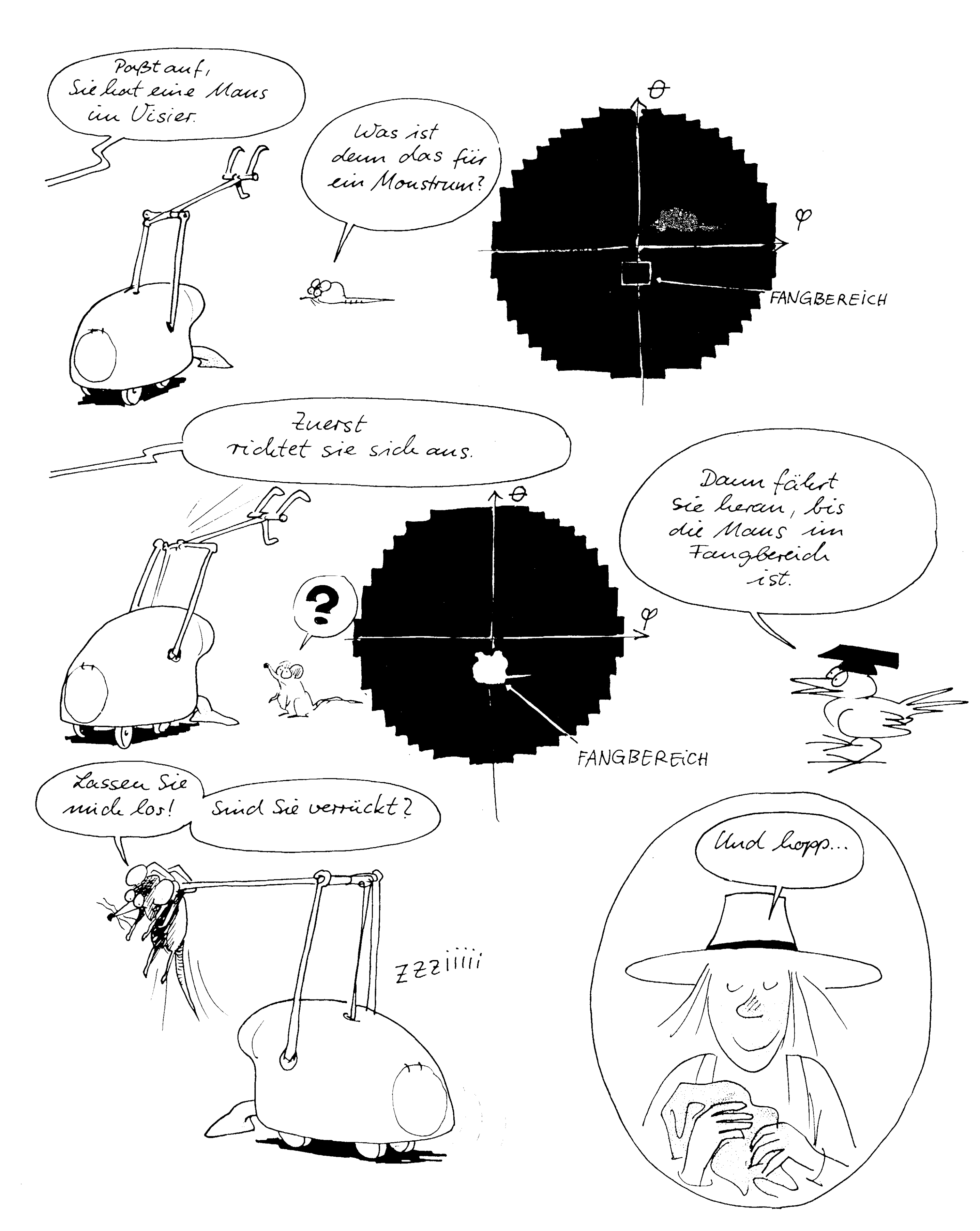

Jede spürbare Differenz zwischen Ist-Wert und Soll-Wert der Parameter stellt eine Regelabweichung dar.


Das Wachstum der Hautzellen wird einfach durch gegenseitige Berührung beschränkt.

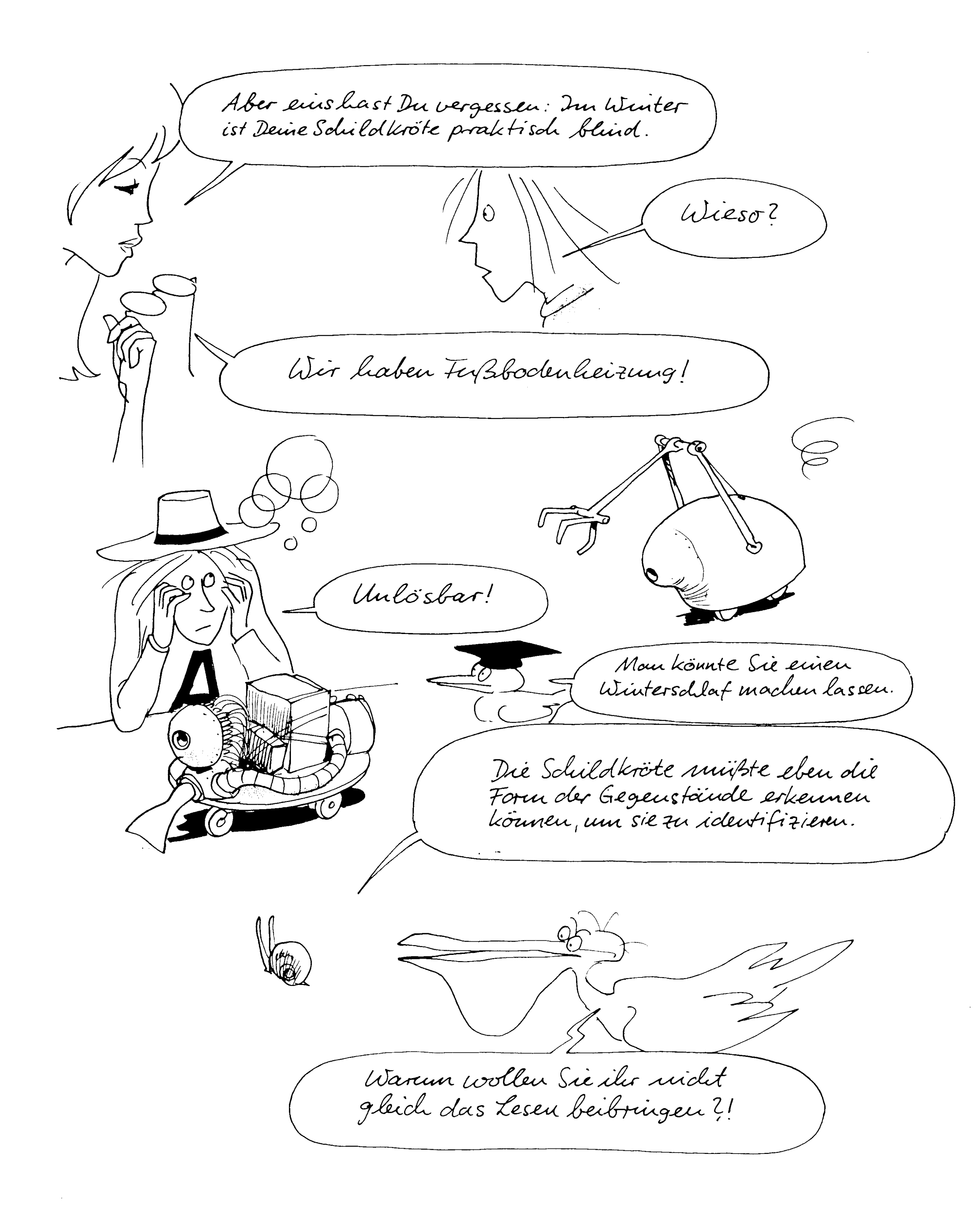

Jeder Defekt dieses natürlichen Panzers löst Zellteilungen an den Rändern der Wunde aus.


Die Wanderung hört auf, sobald der Kontakt wiederhergestellt ist.

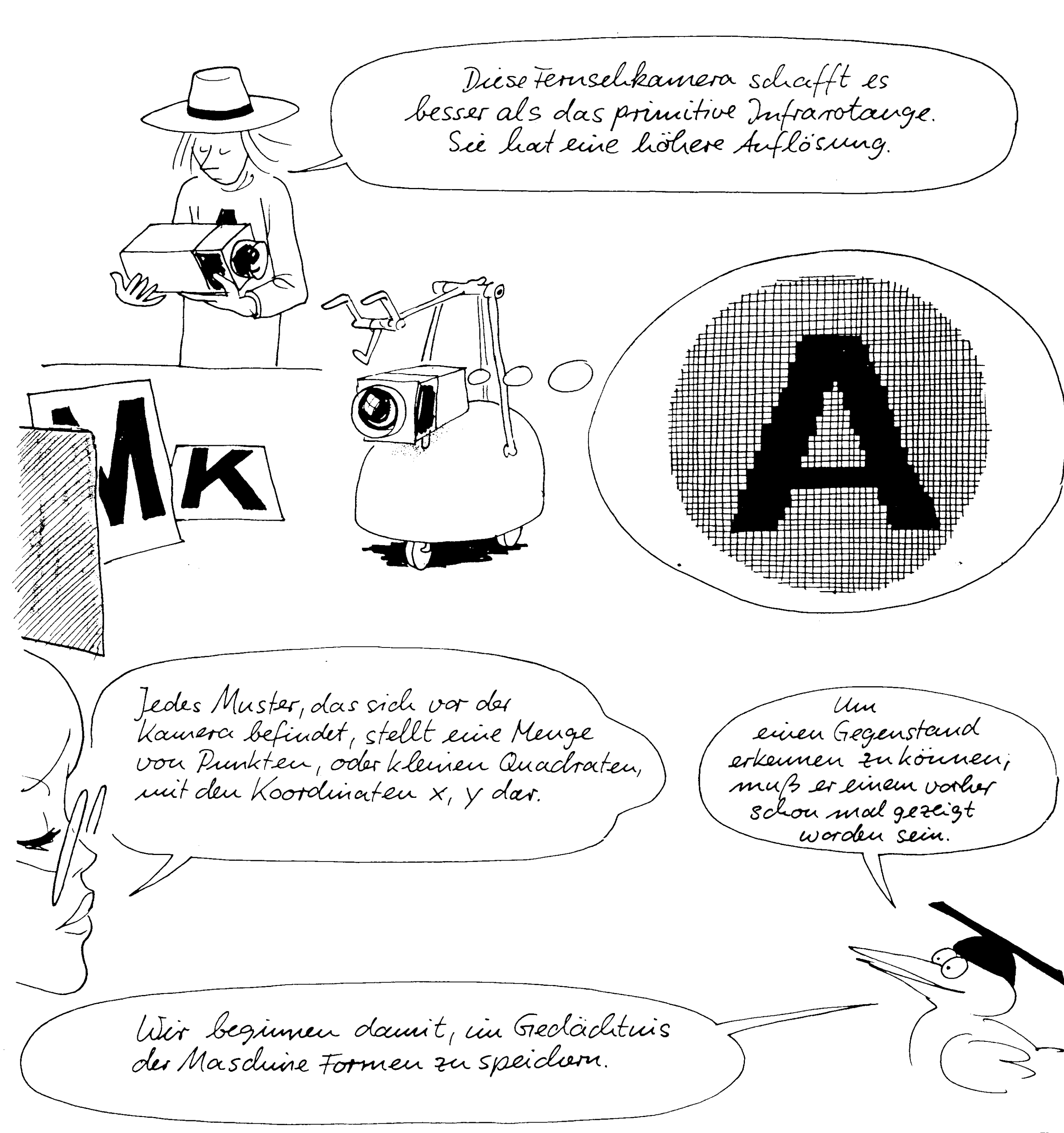

Wird der Anhaltemechanismus mit Verzögerung ausgelöst, so wölbt sich die Narbe nach außen.
Was machst Du?
Sophie hat mich gebeten, das Haus von den Mäusen zu befreien. Wir müssen sie fangen.
Ich rüste meine Schildkröte mit einem Fangarm und mit einem Verfolgungssystem aus, das wieder mit dem Infrarotauge arbeitet.
Ja, Mäuse sind warm: 42°C
Das ist nur eine Frage der Schwelle. Der Fußboden ist „schwarz", die Wände und die Kegel sind „grau" und die Mäuse „weiß". Ich muß die Schildkröte nur noch dazu bringen, in ihr Programm zu schreiben, daß sie jedem stark emittierenden Gegenstand nachläuft (... sofern er außerhalb des Bereichs C, welcher für den Heizdraht des Elektrophyten reserviert ist, angetroffen wird).

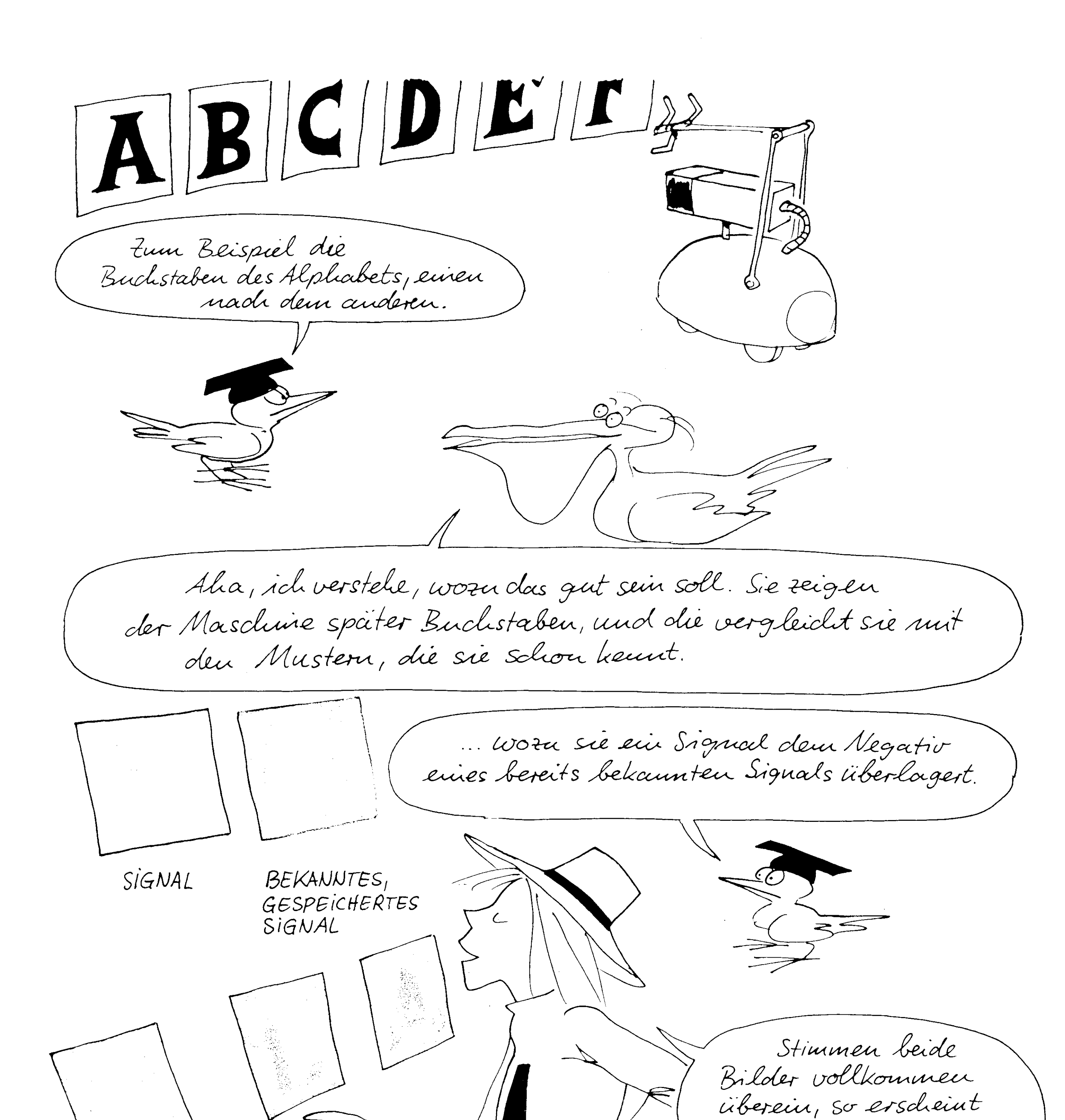

Paßt auf, Sie hat eine Maus im Visier.
Was ist denn das für ein Monstrum?
θ
φ
FANGBEREICH
Zuerst richtet sie sich aus.
θ
φ
?
FANGBEREICH
Dann fährt sie heran, bis die Maus im Fangbereich ist.
Lassen Sie mich los!
Sind Sie verrückt?
ZZZiiiii
Und hopp...


ANSELM !!!
Was gibt's?
Hilfe?!
Sorg bitte dafür, daß sie die Tasse losläßt... oder wenigstens das, was davon übrig ist!
Ach ja, sie unterscheidet nicht zwischen einer Maus und einer Tasse Kaffee.
Mist!
Einer Schlange, die nachts ein Nagetier jagt, würde es genauso gehen.
Und meine Schildkröte verwechselt einen Kegel in der Nähe mit einer Maus in der Ferne (Die Strahlungsintensität ist umgekehrt proportional zum Qudrat der Entfernung).
Eine kurzsichtige Schildkröte


Aber eins hast Du vergessen: Im Winter ist Deine Schildkröte praktisch blind.
Wieso?
Wir haben Fußbodenheizung!
Unlösbar!
Man könnte Sie einen Winterschlaf machen lassen.
Die Schildkröte müßte eben die Form der Gegenstände erkennen können, um sie zu identifizieren.
Warum wollen Sie ihr nicht gleich das Lesen beibringen?!

MUSTERERKENNUNG




A B C D E F
Zum Beispiel die Buchstaben des Alphabets, einen nach dem anderen.
Aha, ich verstehe, wozu das gut sein soll. Sie zeigen der Maschine später Buchstaben, und die vergleicht sie mit den Mustern, die sie schon kennt.
... wozu sie ein Signal dem Negativ eines bereits bekannten Signals überlagert.
SIGNAL
BEKANNTES, GESPEICHERTES SIGNAL
Stimmen beide Bilder vollkommen überein, so erscheint das Blatt gleichmäßig grau.
VOLLSTÄNDIGE ÜBEREINSTIMMUNG
A

Oder genauer: Da das Signal aus einer endlichen Menge von Werten (entweder Null oder Eins) besteht, die den Koordinatenkästchen (x,y) zugeordnet sind, bildet der Bordcomputer einfach die Summe der Koinzidenzen und die Summe der Nichtkoinzidenzen.

Koinzidenzen: 4 Kästchen
Anzahl der Kästchen des Signals: 7
Bruchteil der Koinzidenzen: 4/7

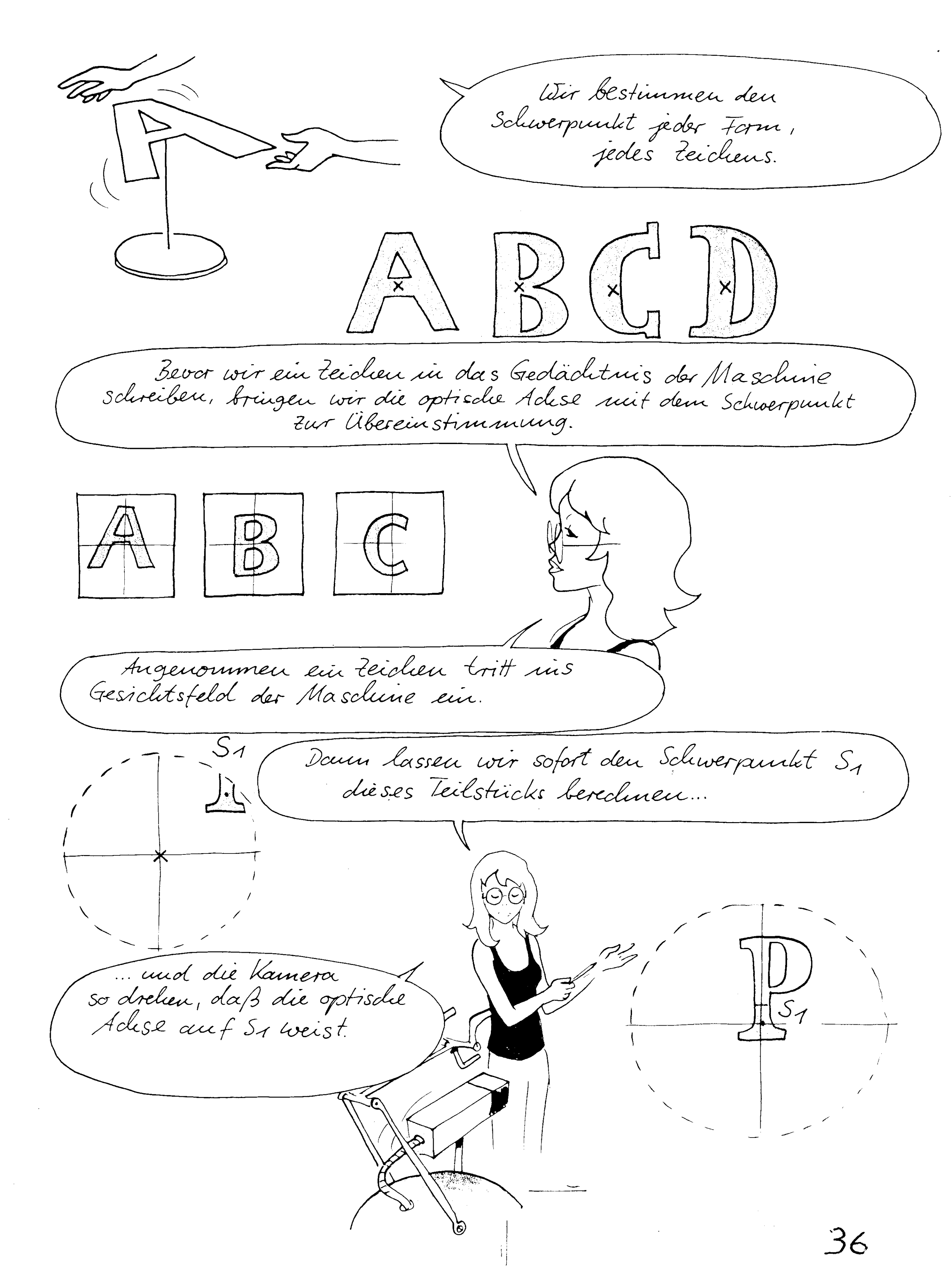
Ja, aber sehen Sie auch das Problem? Ihre Schildkröte erkennt den Buchstaben nur dann, wenn sie genau ausgerichtet ist und sich in der richtigen Entfernung befindet.

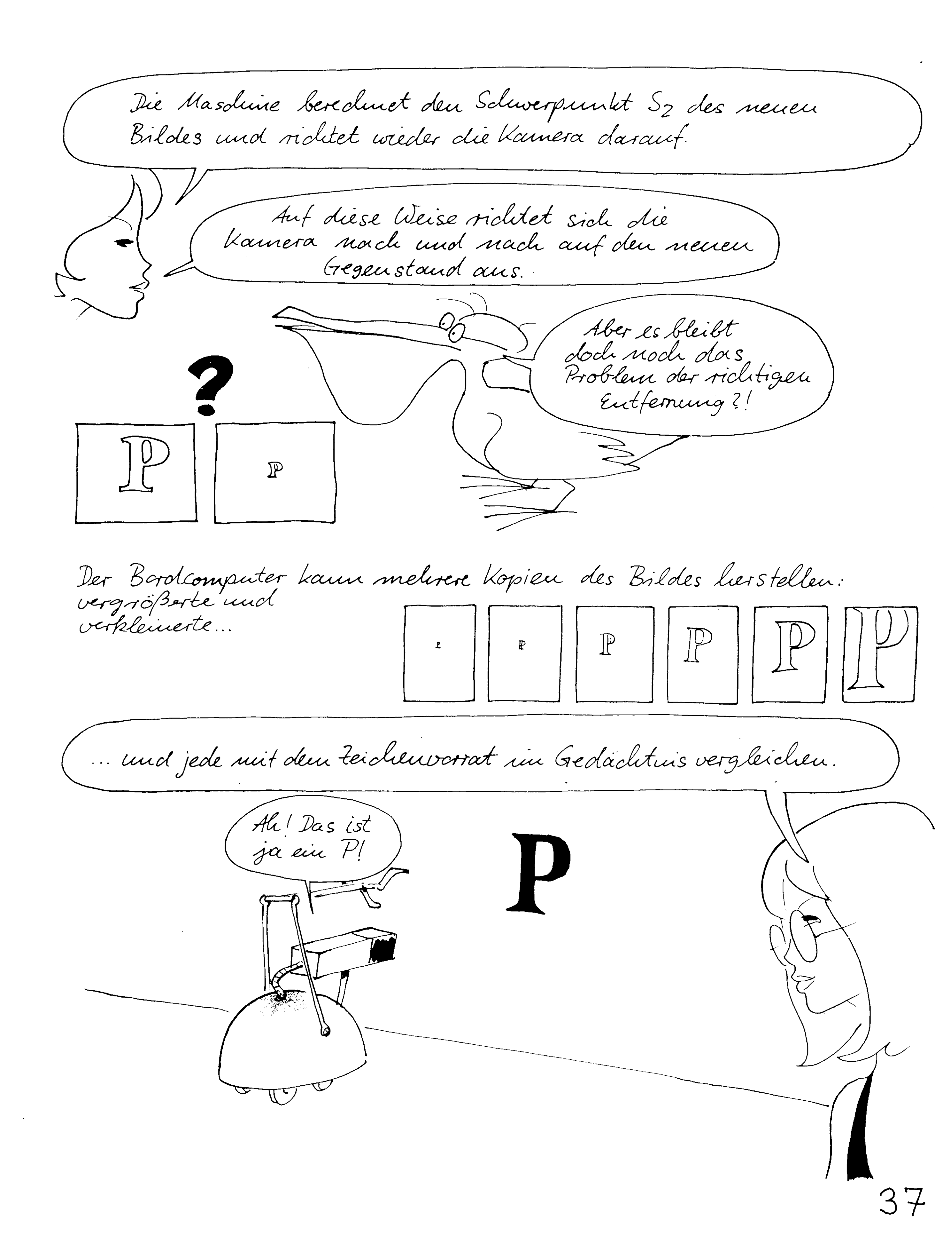
T

Auf den Zufall, daß das eintritt, können Sie lange warten...

Verdammt! Was machen wir nun?

Ich glaube, ich hab's!


Wir bestimmen den Schwerpunkt jeder Form, jedes Zeichens.
ABCD
Bevor wir ein Zeichen in das Gedächtnis der Maschine schreiben, bringen wir die optische Achse mit dem Schwerpunkt zur Übereinstimmung.
A B C
Angenommen ein Zeichen tritt ins Gesichtsfeld der Maschine ein.
S1
Dann lassen wir sofort den Schwerpunkt S1 dieses Teilstücks berechnen...
... und die Kamera so drehen, daß die optische Achse auf S1 weist.
P
S1



Die Maschine berechnet den Schwerpunkt S2 des neuen Bildes und richtet wieder die Kamera darauf.
Auf diese Weise richtet sich die Kamera nach und nach auf den neuen Gegenstand aus.
Aber es bleibt doch noch das Problem der richtigen Entfernung?!
?
P
P
Der Bordcomputer kann mehrere Kopien des Bildes herstellen: vergrößerte und verkleinerte...
... und jede mit dem Zeichenvorrat im Gedächtnis vergleichen.
Ah! Das ist ja ein P!
P

Wartet! Diese systematische Untersuchung der einzelnen Vergrößerungen kann man doch umgehen: Aus der Ferne ist ein Gegenstand einfach ein verschwommener Fleck. Sein Bild hat einen Schwerpunkt, aber es hat auch einen scheinbaren Durchmesser Ø.

Wie willst Du diesen Durchmesser bestimmen?

S

M

S

R

S

Ich verbinde alle Punkte M, aus denen das Bild besteht, mit dem Schwerpunkt S. Dann zähle ich alle Strecken $\overline{SM}$ zusammen, teile durch die Anzahl der Punkte und erhalte einen Mittelwert R: Ø = 2R definiere ich als scheinbaren Durchmesser des Bildes.

So hat jeder Buchstabe, jedes Zeichen einen bestimmten Schwerpunkt S mit einem repräsentativen Kreis vom Durchmesser Ø.

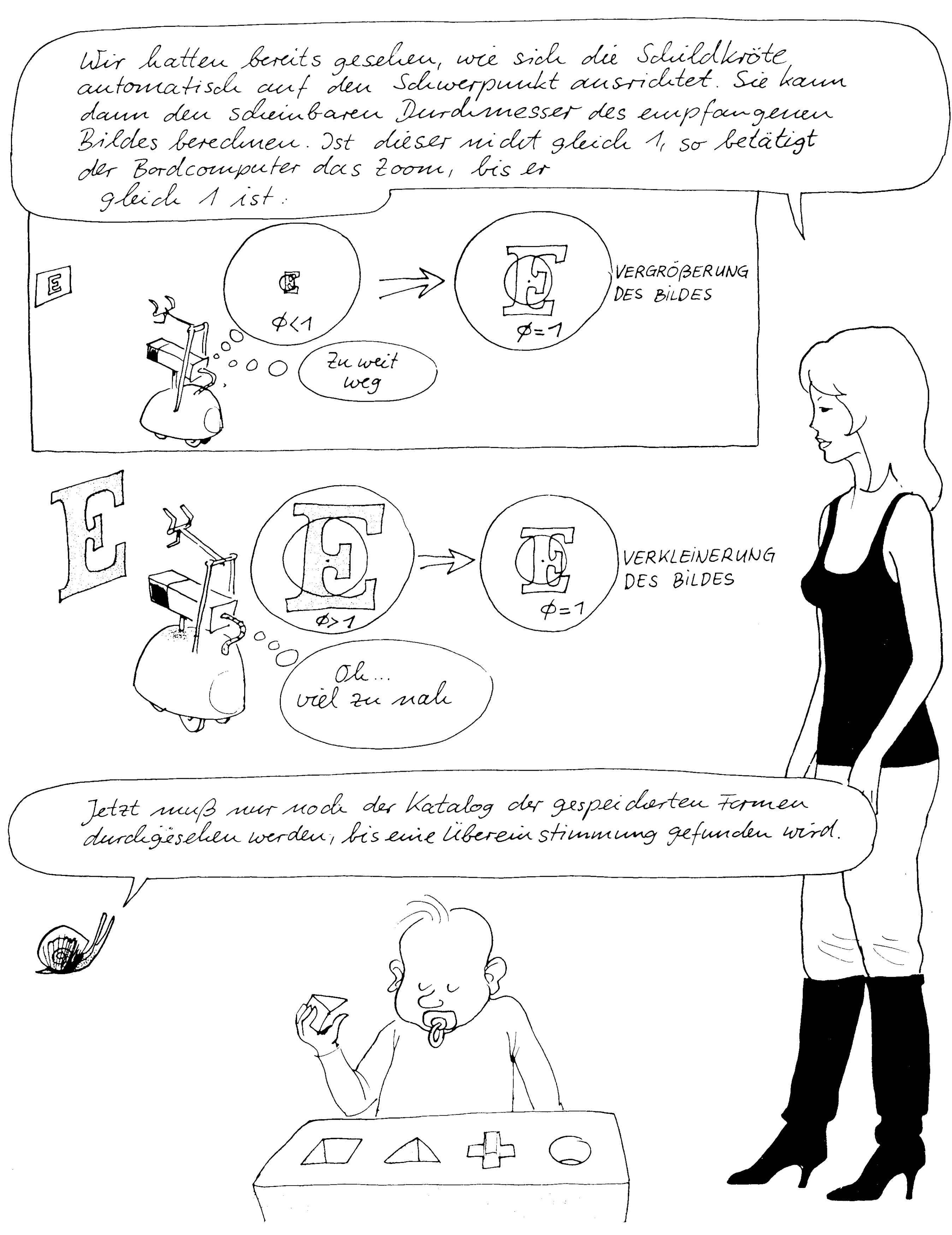
ABCDE

Statt die Zeichen irgendwie willkürlich im Gedächtnis zu speichern, lege ich für alle den Schwerpunkt an dieselbe Stelle, z.B. $x_s = 0$, $y_s = 0$, und gebe allen denselben scheinbaren Durchmesser Ø = 1.

LTOPY

Q

Wir zentrieren also.


Wir hatten bereits gesehen, wie sich die Schildkröte automatisch auf den Schwerpunkt ausrichtet. Sie kann dann den scheinbaren Durchmesser des empfangenen Bildes berechnen. Ist dieser nicht gleich 1, so betätigt der Bordcomputer das Zoom, bis er gleich 1 ist.
E
Φ<1
Φ=1
VERGRÖßERUNG DES BILDES
Zu weit weg
Φ>1
Φ=1
VERKLEINERUNG DES BILDES
Oh... viel zu nah
Jetzt muß nur noch der Katalog der gespeicherten Formen durchgesehen werden, bis eine Übereinstimmung gefunden wird.

Man könnte auch berücksichtigen, daß der Buchstabe schief steht. Dann müßten von jedem untersuchten Bild Kopien mit einer Drehung zwischen 0° und 360° gemacht werden.



Der Mensch und andere Lebewesen sind ununterbrochen mit der Identifikation von Zeichen beschäftigt. Während Sie diese Zeilen lesen, verarbeitet ihr Gehirn die von Ihren Augen gelieferte Information. Dies entspricht der Leistung von 10.000 gleichzeitig arbeitenden Mikroprozessoren.



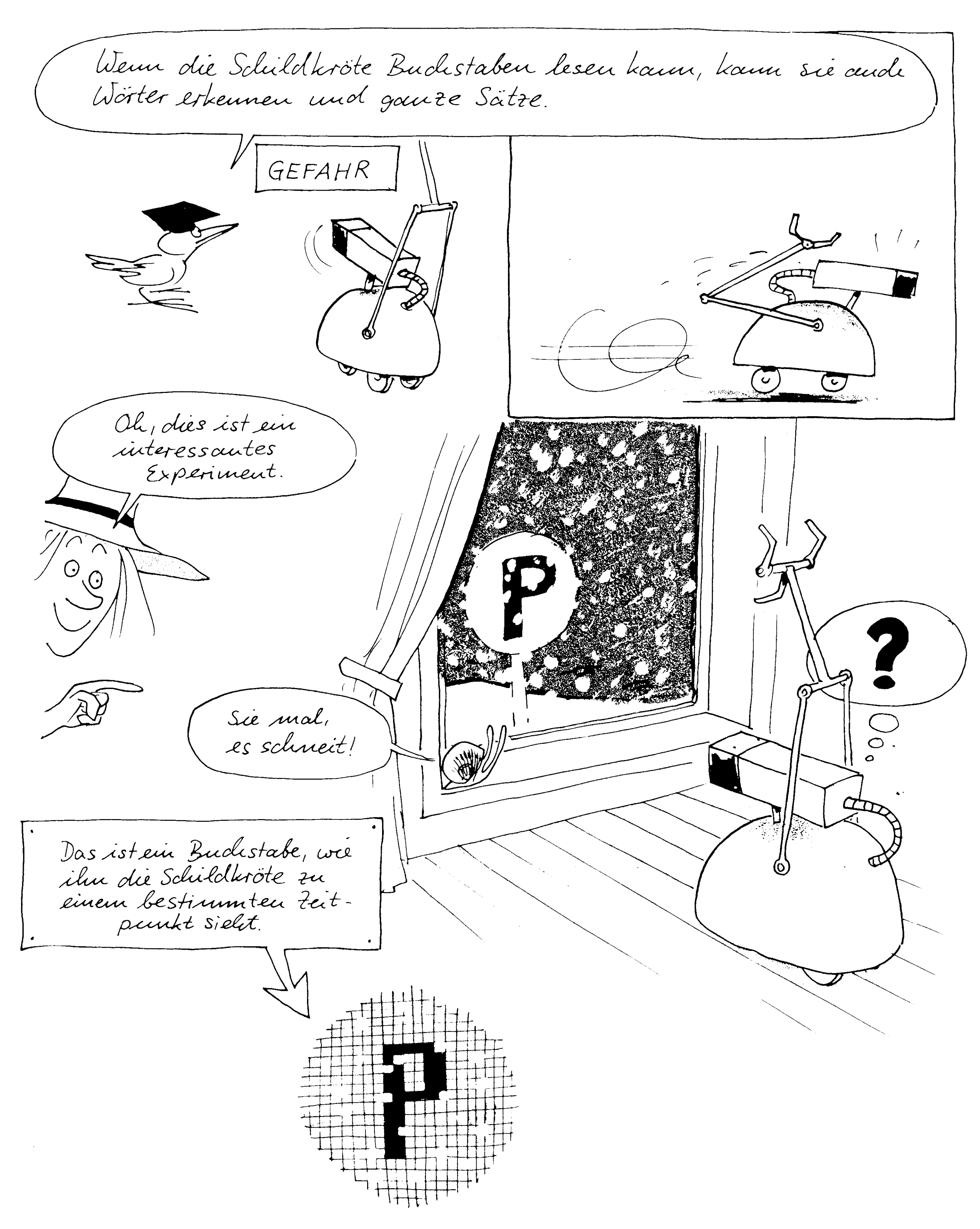
Im Grunde ist es ein Wunder, daß man dabei noch das Gefühl hat, ein einziges Wesen zu sein.



Eigentlich ist das Problem der Zeichenerkennung noch komplexer. Wir haben es hier nur andeutungsweise beschrieben.

Das ist also eine Schildkröte, die lesen kann.

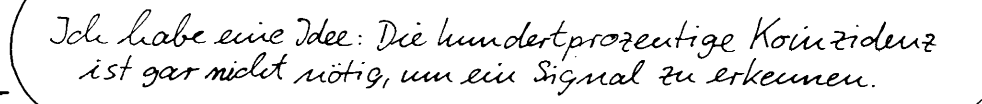
Dann habt ihr's also geschafft...

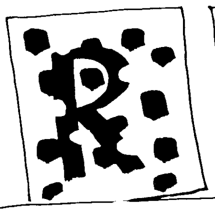

Wenn die Schildkröte Buchstaben lesen kann, kann sie auch Wörter erkennen und ganze Sätze.
GEFAHR
Oh, dies ist ein interessantes Experiment.
P
Sie mal, es schneit!
?
Das ist ein Buchstabe, wie ihn die Schildkröte zu einem bestimmten Zeitpunkt sieht.
P

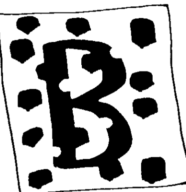
DAS RAUSCHEN

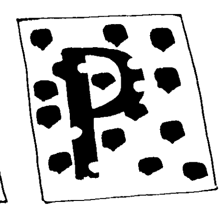
Das ganze Bild ist durch ein Hintergrundrauschen gestört.

Ich habe eine Idee: Die hundertprozentige Koinzidenz ist gar nicht nötig, um ein Signal zu erkennen.



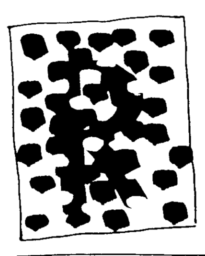


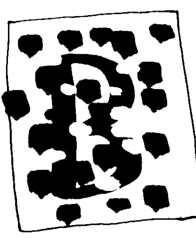


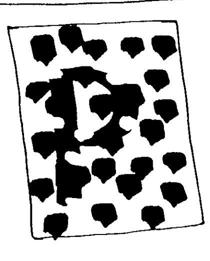


Ja, trotz des Rauschens kann man diese Zeichen noch ohne weiteres voneinander unterscheiden und identifizieren.

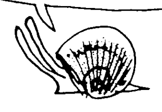
Die Koinzidenz beträgt nur noch 75%.







Hier erkennt man aber nichts mehr!



Gut, nehmen wir an, wir photographieren einen Gegenstand mehrmals von ein und derselben Stelle.

Da wir zwei Augen haben, verarbeiten wir ja auch in jedem Augenblick zwei Bilder.

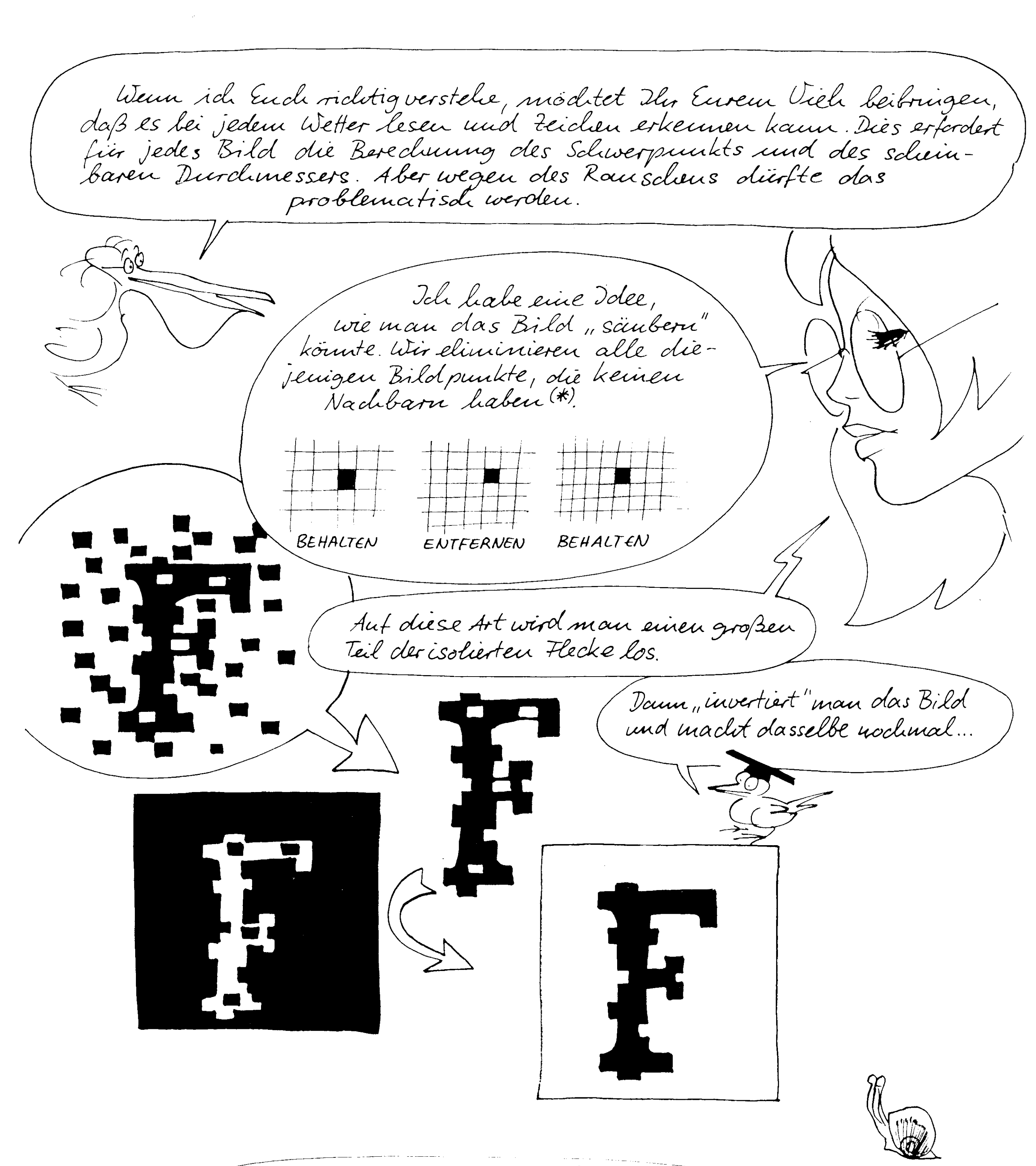






BILDVERARBEITUNG





So sieht das Bild nach der zweiten „Säuberung" aus.

(*) So wie die Spielregeln des Lebensspiels!

Na schön, diese Schildkröte kann bei jedem Wetter lesen, aber wozu soll das gut sein?

Stellen Sie sich einmal vor, Leo, die Netzhaut der Schildkröte wird der des Menschen noch ähnlicher...

Die Zahl der Zellen, die ja das Auflösungsvermögen bestimmt, nimmt zur Mitte hin zu...

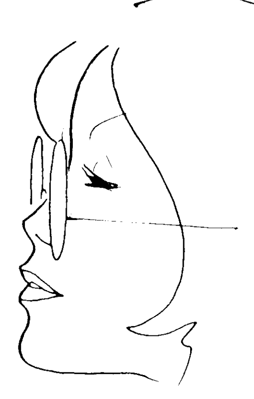
UM EINEN TEXT ZU LESEN, bewegt sich die optische Achse unregelmäßig über die Zeichen.

UM EINEN TEXT ZU LESEN

UM EINEN TEXT ZU LESEN

Nur gewisse Bereiche werden genauer wahrgenommen, das Gehirn rekonstruiert die wahrscheinlichste Nachricht.

Dadurch kann man schneller lesen.



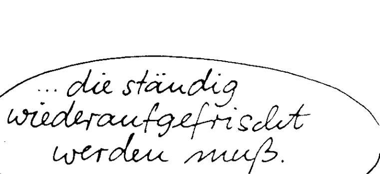

Die ganze Information sammeln, einen Text Wort für Wort durchgehen und jedes Wort Buchstabe für Buchstabe und jeden Buchstaben Segment für Segment, ist nämlich eine endlose Beschäftigung.
Einige Schlüsselformen genügen, um einen Buchstaben zu identifizieren.
Das ist klar, die Information ist oft redundant.
Zwei Blicke, einen auf den Anfang, einen auf das Ende des Wortes genügen meist.
Und was für die Schrift gilt, trifft für jede visuelle Wahrnehmung zu.
Hat man den Eindruck, daß etwas nicht stimmt, dann überfliegt das Auge die zweifelhafte Stelle nochmal.
A

DIE WAHRNEHMUNG

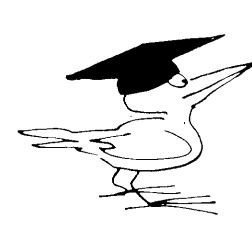


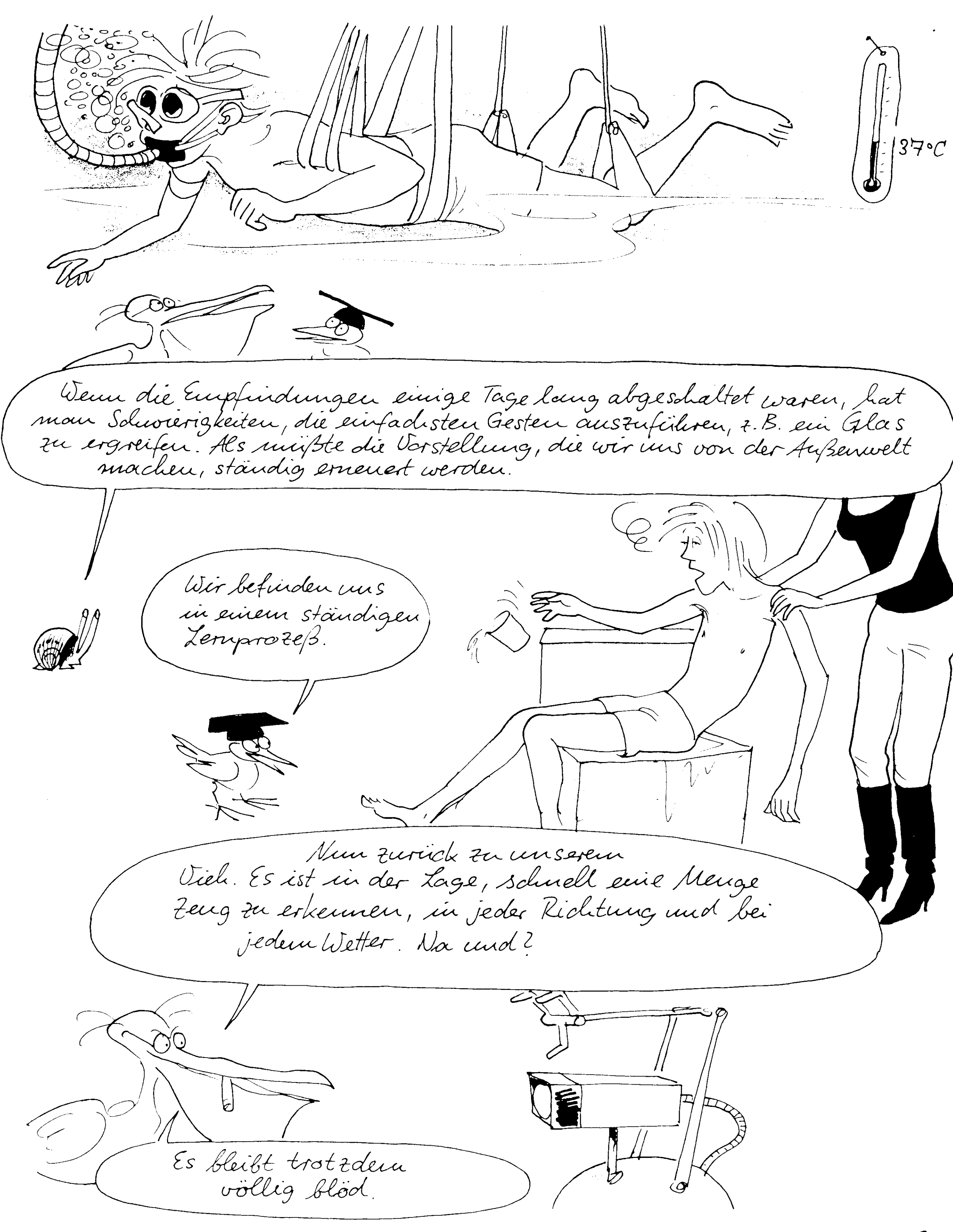











37°C
Wenn die Empfindungen einige Tage lang abgeschaltet waren, hat man Schwierigkeiten, die einfachsten Gesten auszuführen, z.B. ein Glas zu ergreifen. Als müßte die Vorstellung, die wir uns von der Außenwelt machen, ständig erneuert werden.
Wir befinden uns in einem ständigen Lernprozeß.
Nun zurück zu unserem Vieh. Es ist in der Lage, schnell eine Menge Zeug zu erkennen, in jeder Richtung und bei jedem Wetter. Na und?
Es bleibt trotzdem völlig blöd.


Es tut doch immer nur das, was Ihr ihm in den Kopf gesetzt habt.
EINGANG
STOP
AUSGANG
NAHRUNG
ACHTUNG
Man könnte noch einen Zufallsgenerator einbauen. Der würde etwas Abwechslung in das Verhalten der Schildkröte bringen.
Als würde Sie manchmal „Kopf oder Zahl" spielen.
Lebewesen haben auch kein hundertprozentig starres Verhalten.
Ich gebe zu, daß ich manchmal einfach irgendetwas mache, ohne zu wissen warum.

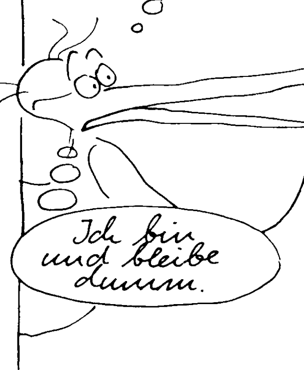
INTELLIGENZ UND DUMMHEIT



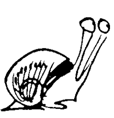
Aber das ist nur Illusion. Diese Maschine ist und bleibt total dumm.

Leo, was ist Intelligenz?

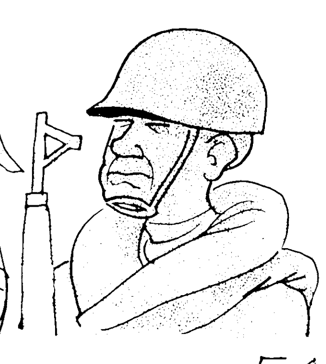
Intelligenz... äh... schnell eine Definition...

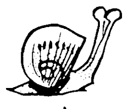


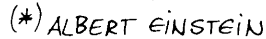
Oft handeln wir ganz mechanisch... als wären wir gesteuert... oder programmiert.



Ein Mensch, der fähig ist, nach einer Musik zu marschieren, braucht kein Gehirn, das Rückenmark wäre völlig ausreichend. (*)

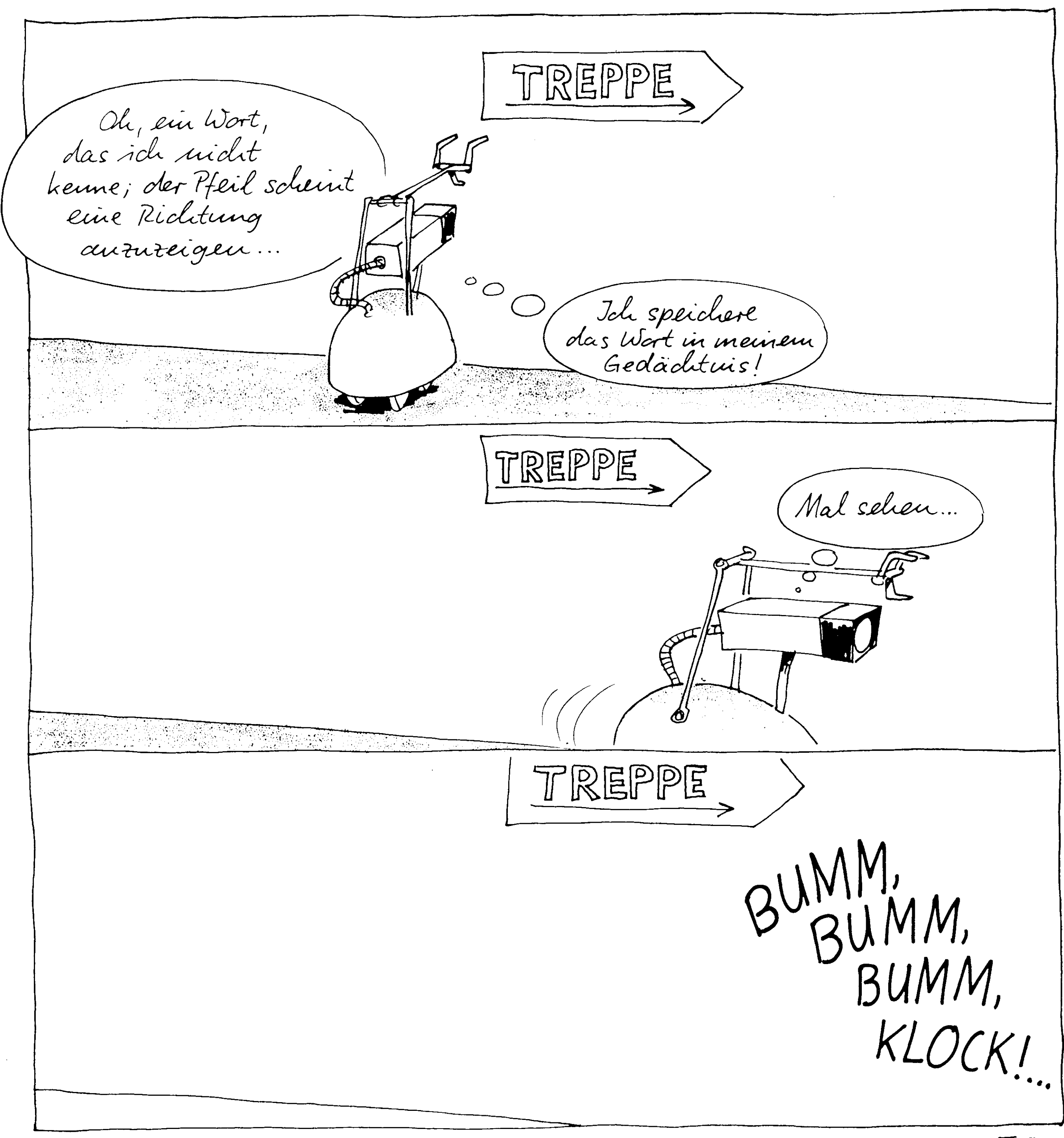


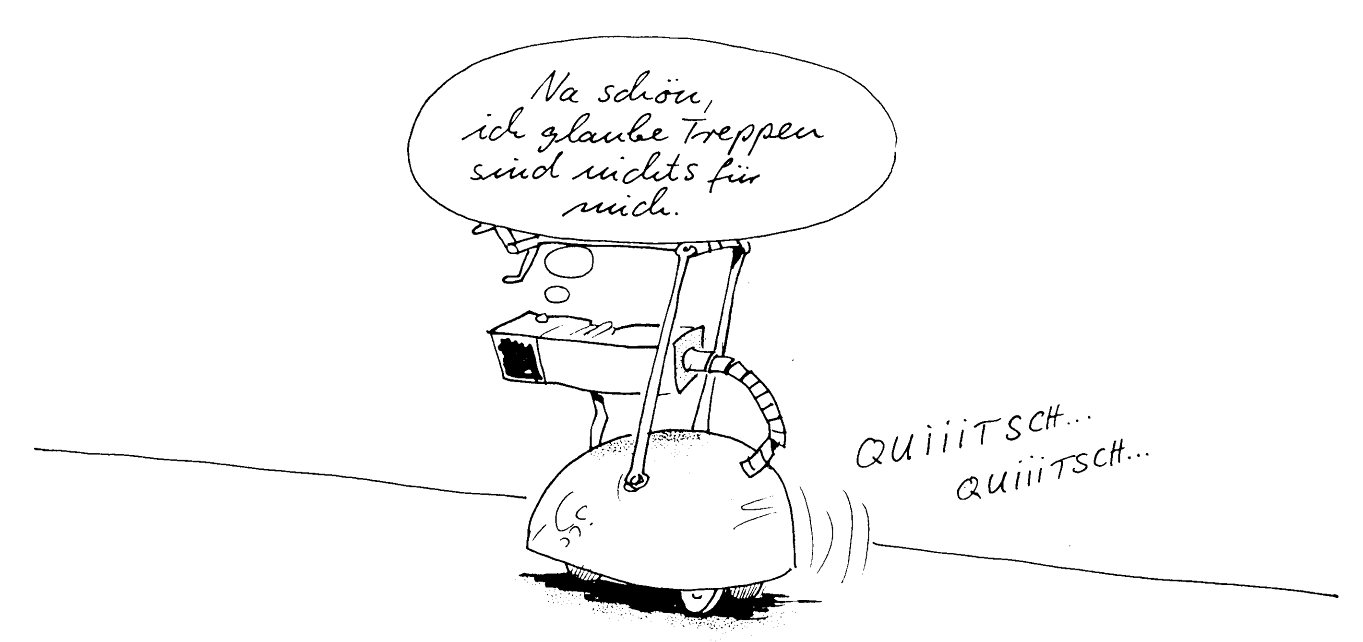



(*) ALBERT EINSTEIN


Intelligenz ist das, was auf der Oberfläche eines Ozeans von bedingten Reflexen und vorgefaßten Meinungen schwimmt.
Bisher hast Du versucht, tierische Verhaltensweisen nachzuahmen, die nach und nach einen in der Evolution immer höheren Rang einnehmen.
SCHNÜFF!...
SSSSS
!!!
Aber obwohl kein Mensch mit einer Sprache oder mit Begriffen geboren wird, hat doch jeder schon am Anfang ein gewisses Gepäck, einen Bestand an vorprogrammierten Verhaltensweisen oder Instinkten. Dieser entwickelt sich von der Zeugung durch das embryonale Stadium bis in die ersten Lebensjahre.
Das äußert sich besonders in der natürlichen Neugier und in der Neigung zum Lernen.
Ich werde also meine Schildkröte so programmieren, daß sie lernt.

DIE VERSUCH-IRRTUM-STRATEGIE

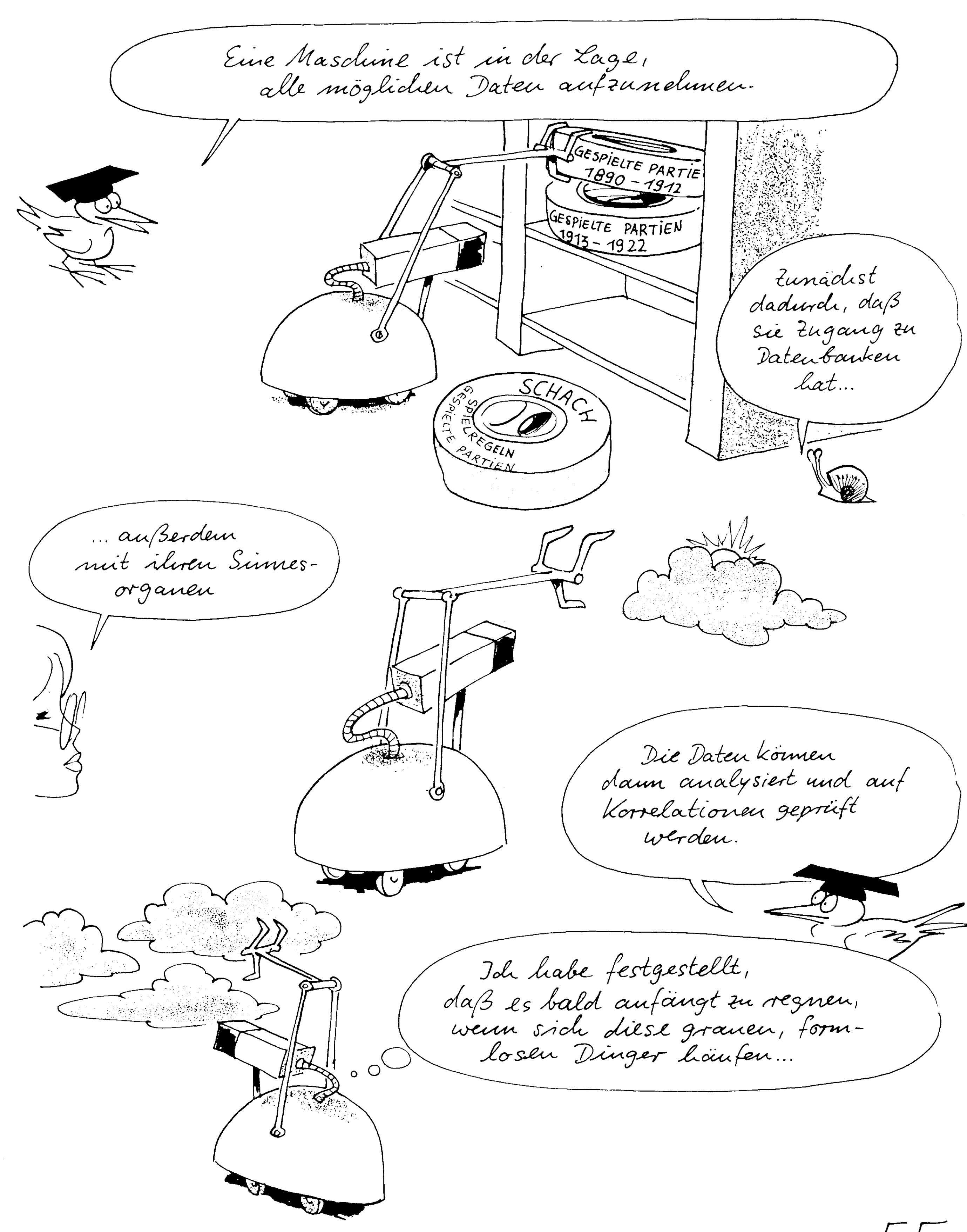




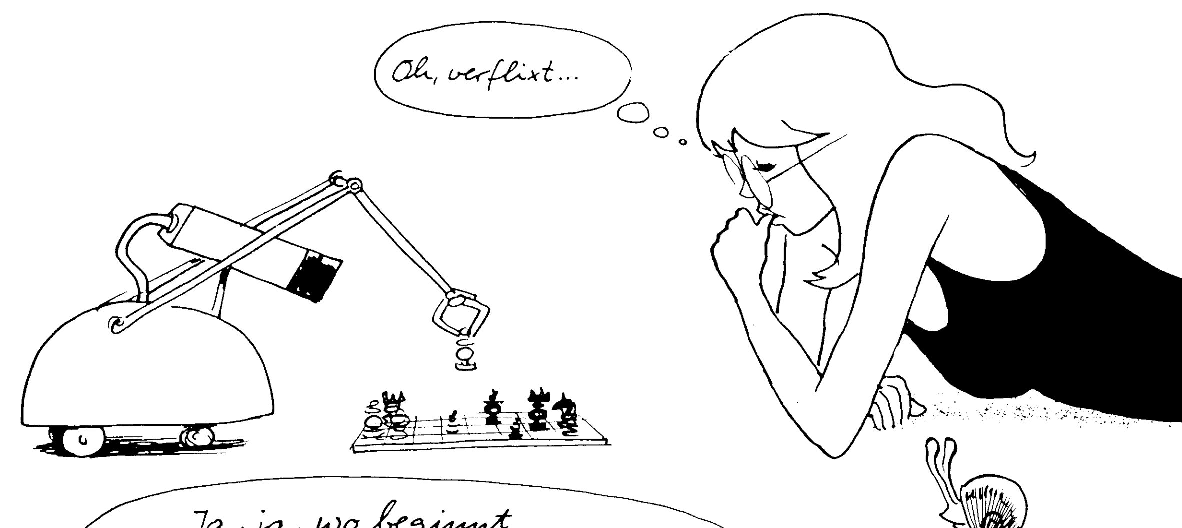
Die Schildkröte ist in der Lage, Versuche zu machen und die Ergebnisse für sich auszunutzen.

... mit sechzig Volt lädt man schneller, aber heiß wird einem dabei...

Das Problem ist: Wie weit geht dieses Lernen?


Eine Maschine ist in der Lage, alle möglichen Daten aufzunehmen.
GESPIELTE PARTIE 1890 - 1912
GESPIELTE PARTIEN 1913 - 1922
SCHACH
SPIELREGELN
GESPIELTE PARTIEN
Zunächst dadurch, daß sie Zugang zu Datenbanken hat...
... außerdem mit ihren Sinnesorganen
Die Daten können dann analysiert und auf Korrelationen geprüft werden.
Ich habe festgestellt, daß es bald anfängt zu regnen, wenn sich diese grauen, formlosen Dinger häufen...


... und Regen schadet den Geräten.
Die gesammelte Erfahrung veranlaßt das System, seine Strategie ständig zu revidieren.
Oh! Schönes Wetter heute!
Also, letztes Mal hatte sich gezeigt, daß es keine gute Lösung ist, den Turm zu bewegen...
Abgesehen von diesem Bauern ist alles genauso wie beim Spiel zwischen Alechin und Morphy 1924. Aber von einem Bauern kann viel abhängen...
... versuchen wir's mit dem Läufer...
... wir werden schon sehen.



Ja, ja, wo beginnt die Intelligenz und wo hört die Dummheit auf?

Man sollte nicht vergessen, daß im Backgammon seit 1981 ein Computer Weltmeister ist!

DER TURING-TEST

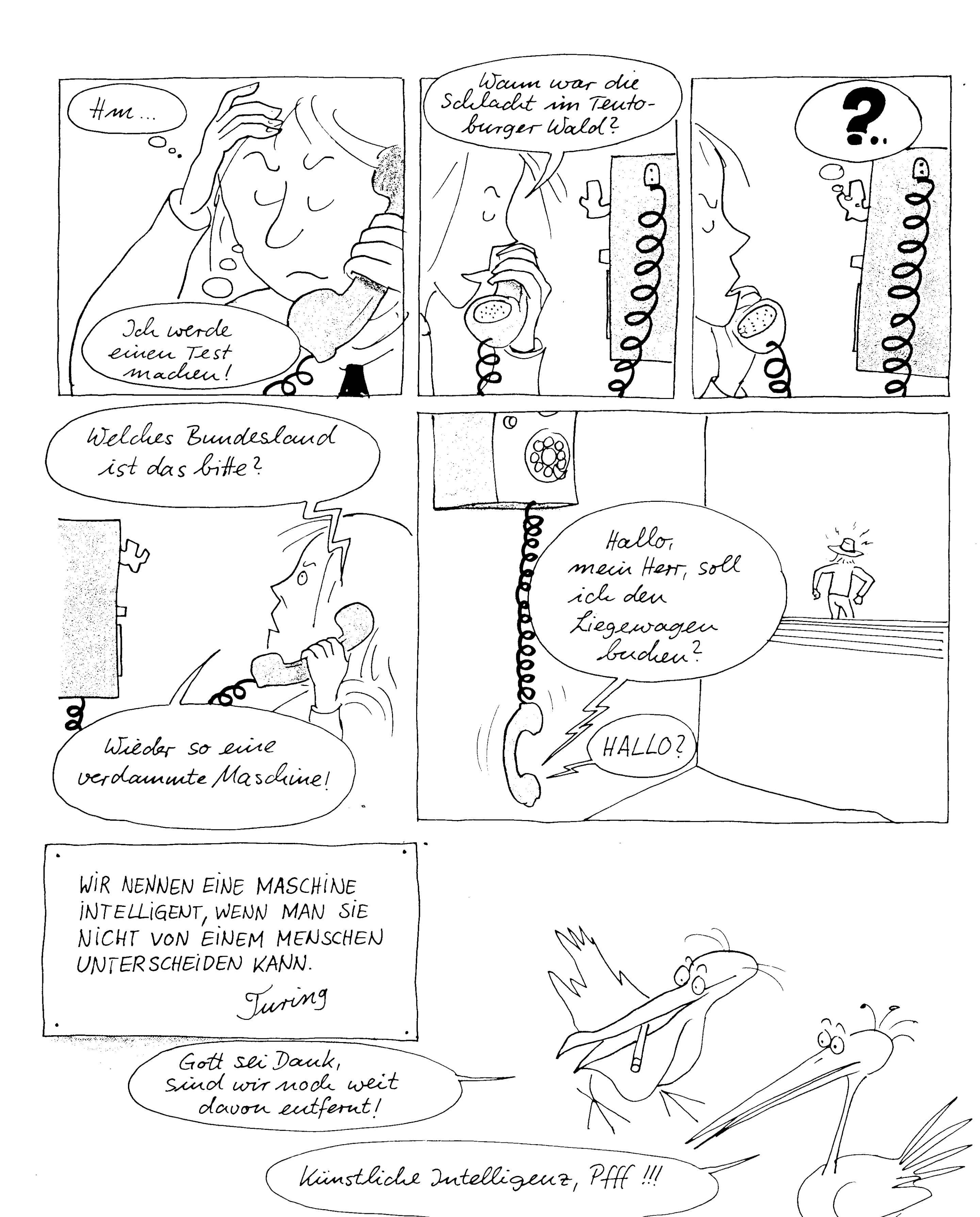
Ein Mathematiker hat einen Intelligenztest vorgeschlagen:










Hm ...
Ich werde einen Test machen!
Wann war die Schlacht im Teutoburger Wald?
?..
Welches Bundesland ist das bitte?
Wieder so eine verdammte Maschine!
Hallo, mein Herr, soll ich den Liegewagen buchen?
HALLO?
WIR NENNEN EINE MASCHINE INTELLIGENT, WENN MAN SIE NICHT VON EINEM MENSCHEN UNTERSCHEIDEN KANN.
Turing
Gott sei Dank, sind wir noch weit davon entfernt!
Künstliche Intelligenz, Pfff !!!


Das ist doch ein Witz! Mir macht man doch nicht weis, daß eines Tages ein Computer genauso intelligent ist wie...
... das Gehirn eines Vogels?
Werden Sie nicht unverschämt!!!
Hi, Hi, Hi...
FLAPP, FLAPP
Sie besonderes Intelligenz-knötchen!
Die Gefahr liegt darin, daß wir vielleicht geistig gar nicht ausgerüstet sind zu bemerken, wenn die Maschinen eines Tages intelligent werden.
TIRESIAS!
Oh, einer von den akademischen Sittenwächtern!

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ




Mit der Kybernetik und der Informatik wurde die Funktion der Steuerung und der Programmierung imitiert: Die instinktive Seite des Lebens.
Auf den Schrott !!!
Nichts wie weg!
Der Selbsterhaltungstrieb
Es ist kalt, ich werde meine Stromkreise heizen.
Warum sollen wir aufhören, wenn alles so gut läuft!
Man hat sich also den Kopf zerbrochen, damit die Maschinen die Fähigkeit haben...
... zu lernen, ...
?
BESCHÄDIGTE BRÜCKE 500m
... Zusammenhänge herzustellen, ...
Also... wenn alle Griechen Lügner sind und wenn Epimenides Grieche ist, dann ... ???

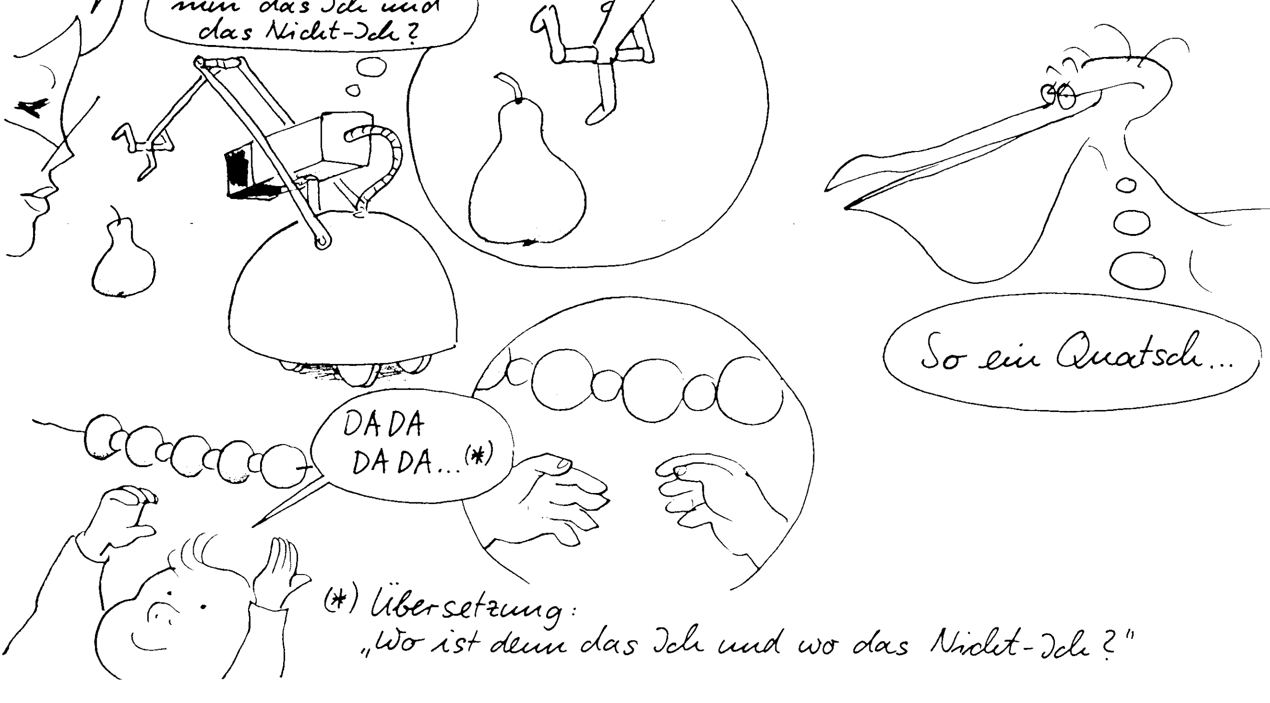
... über die Erfahrung hinauszugehen, eine Vorstellungskraft zu entwickeln, das Ungewöhnliche zu erkennen, ...

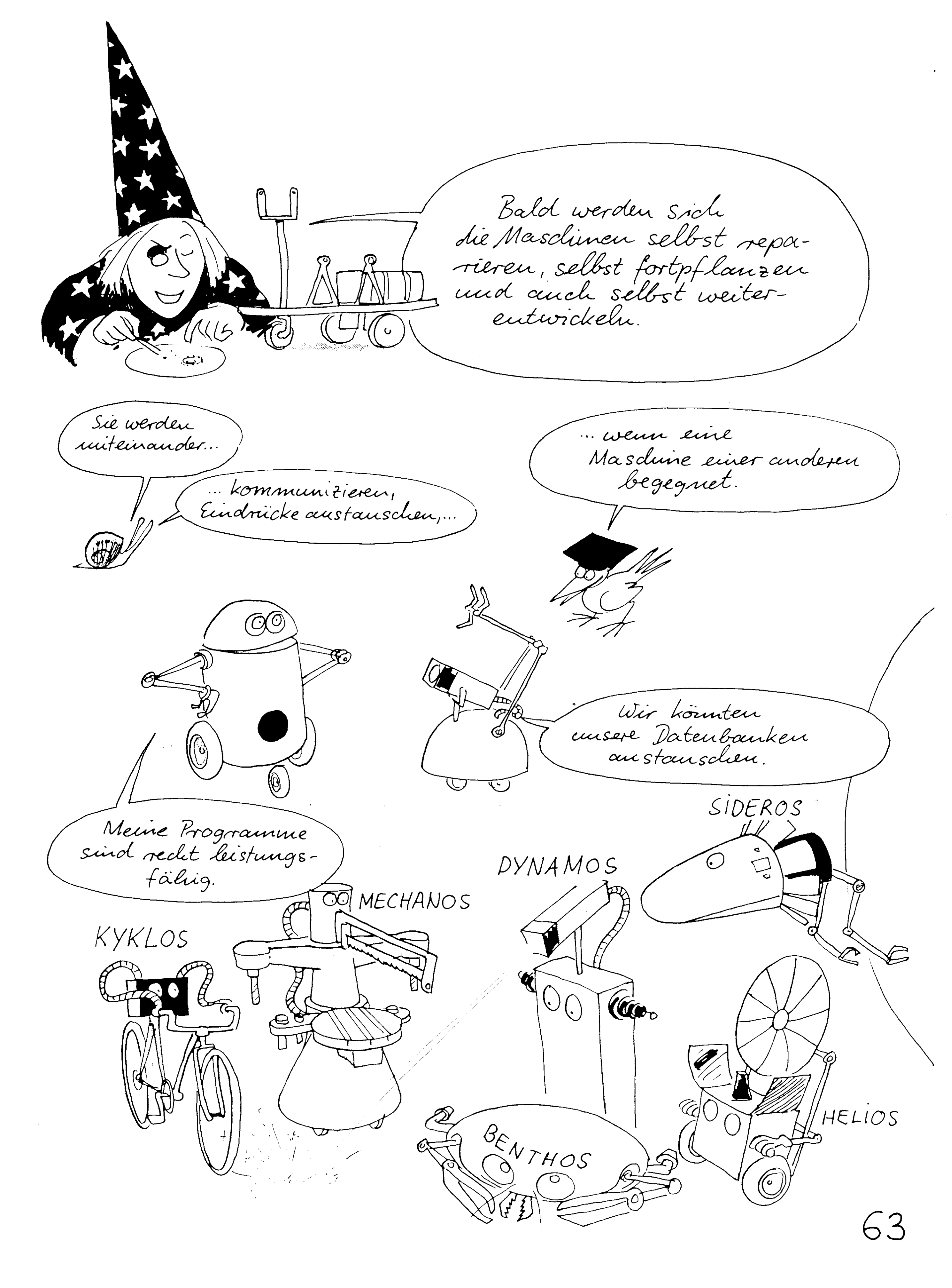
Also wenn ich entgegen aller vorgefaßten Meinungen versuchen würde...

... sich auszudrücken und Zeichen zu interpretieren.

Das ändert die Beziehung zwischen dem Bedeutsamen und dem Bedeuteten.

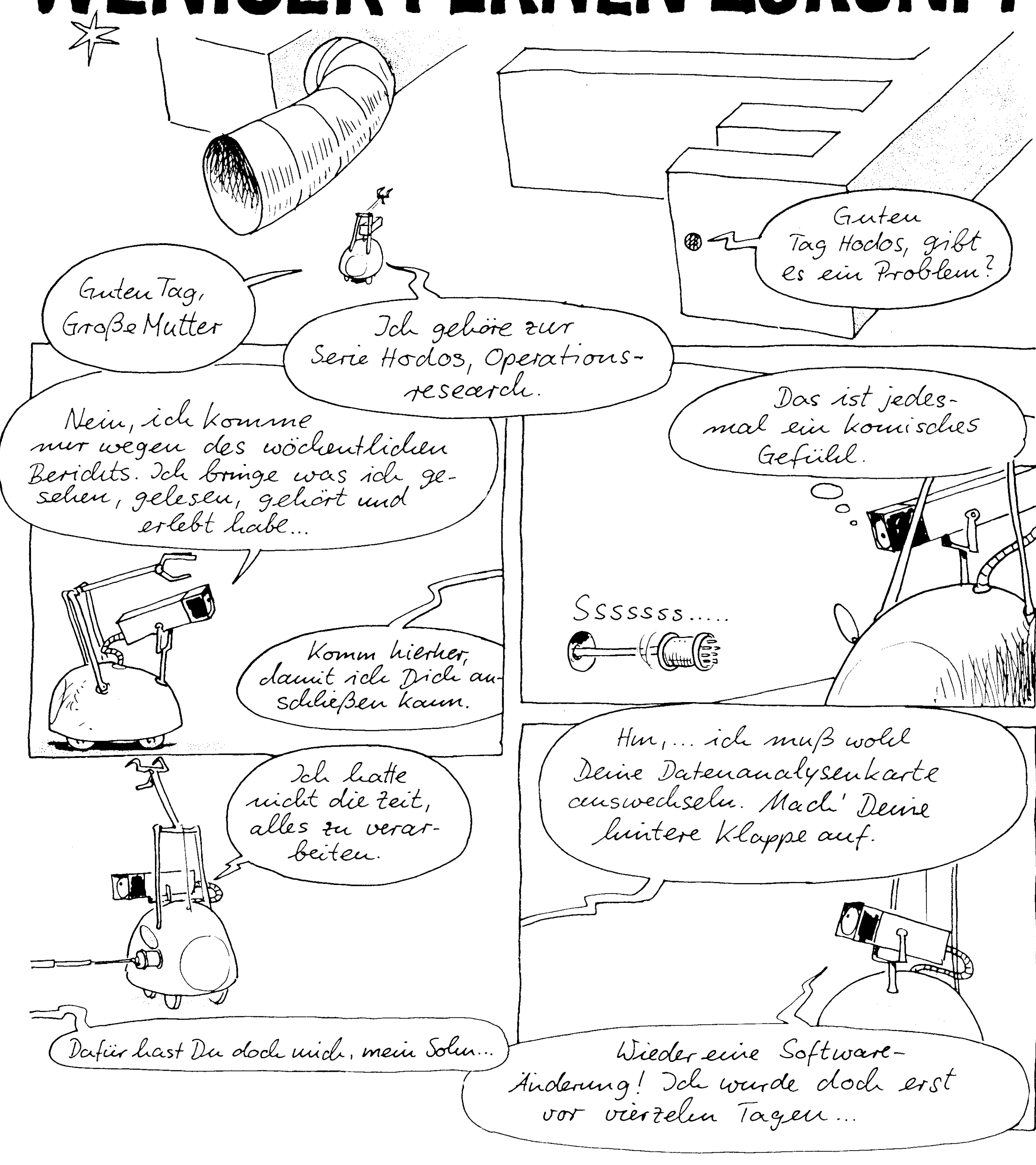
Von den wahrgenommenen Zeichen und Bildern beziehen sich einige auf die Außenwelt, auf das Nicht-Ich, andere auf das Ich, nämlich auf die Maschine selbst. Der Erwerb einer Vorstellung vom eigenen Körper ist der Grundstein des Bewußtseins.

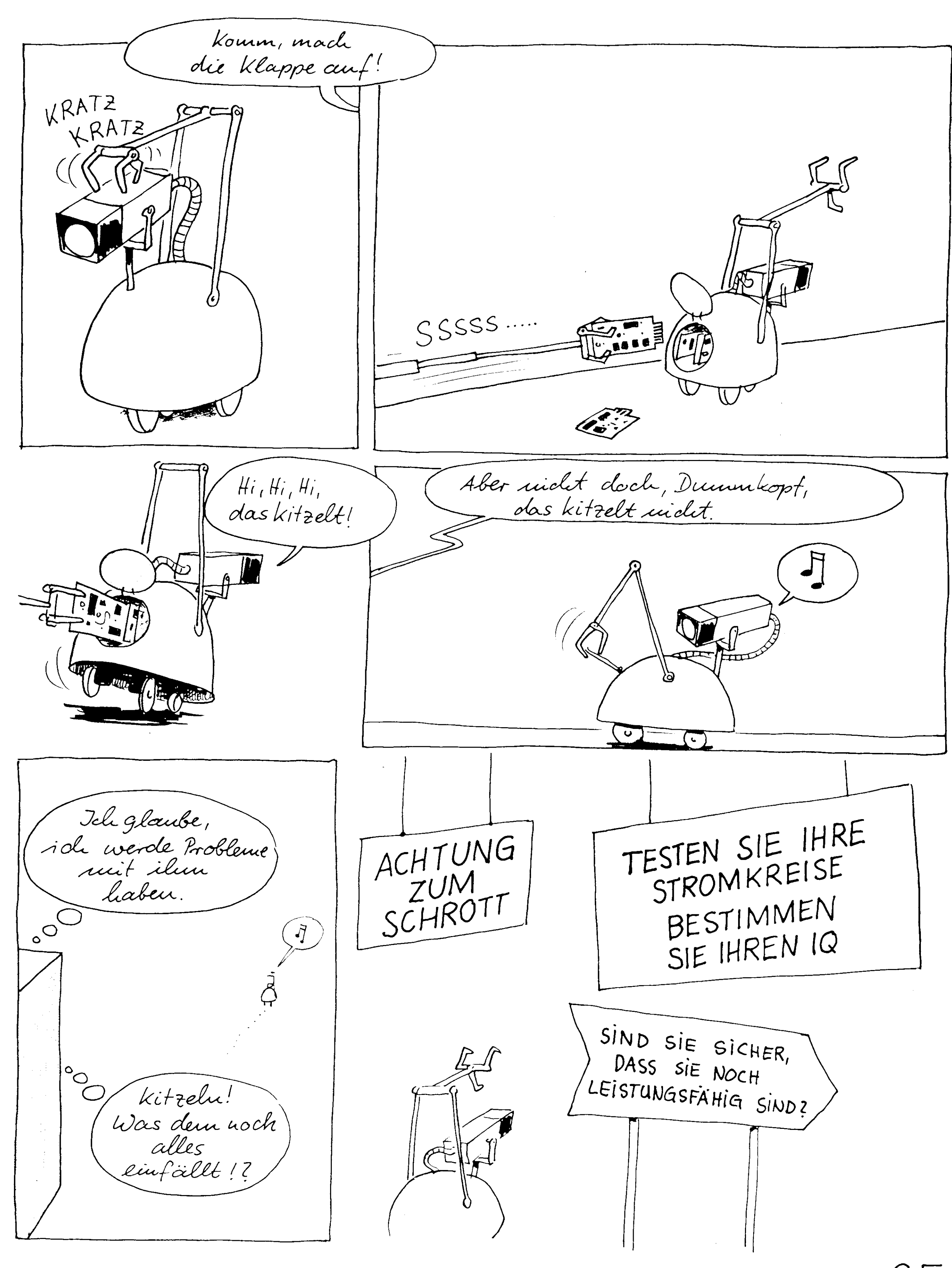


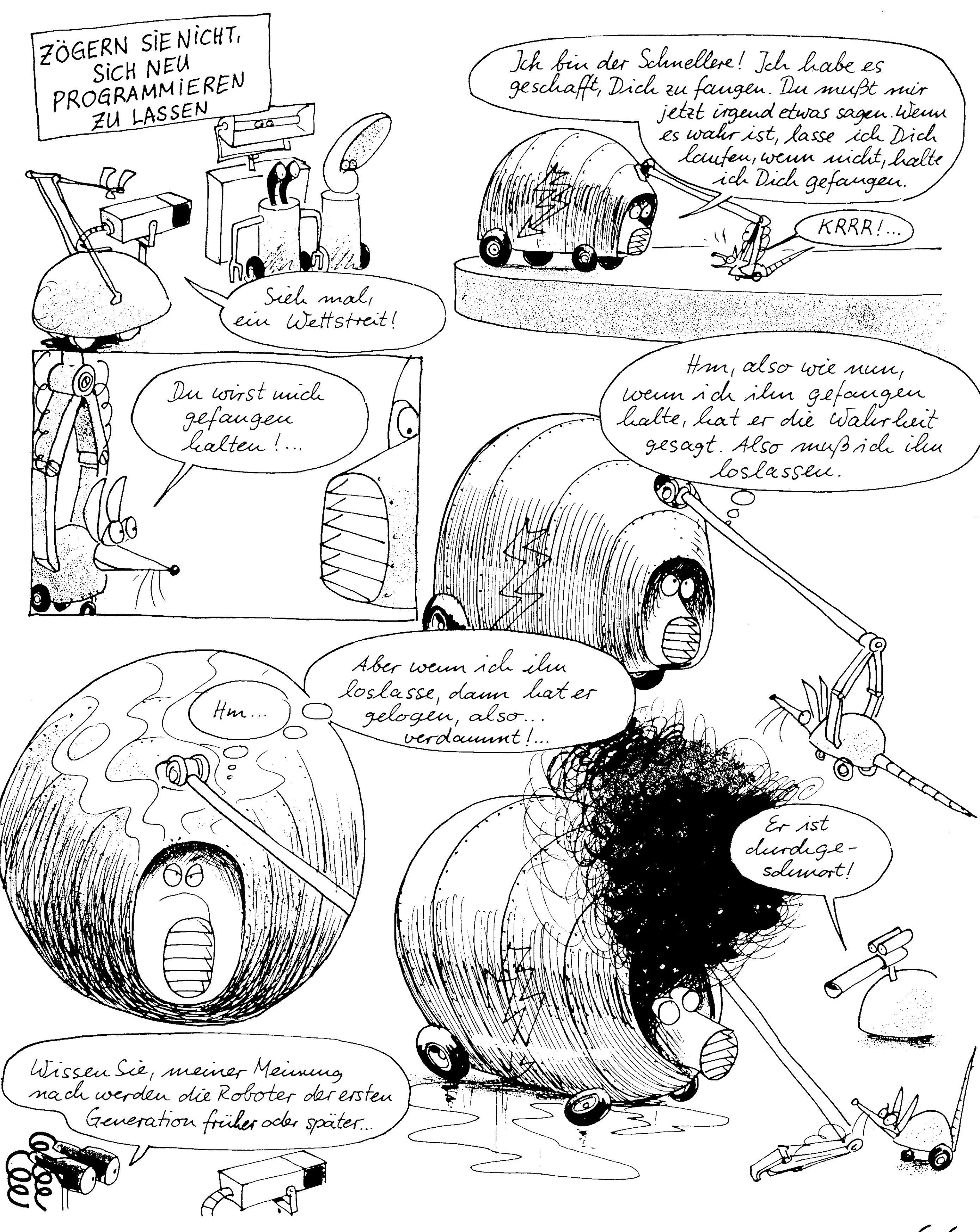


Bald werden sich die Maschinen selbst reparieren, selbst fortpflanzen und auch selbst weiterentwickeln.
Sie werden miteinander...
... kommunizieren, Eindrücke austauschen,...
... wenn eine Maschine einer anderen begegnet.
Wir könnten unsere Datenbanken austauschen.
Meine Programme sind recht leistungsfähig.
SIDEROS
DYNAMOS
MECHANOS
KYKLOS
HELIOS
BENTHOS

IN EINER MEHR ODER WENIGER FERNEN ZUKUNFT

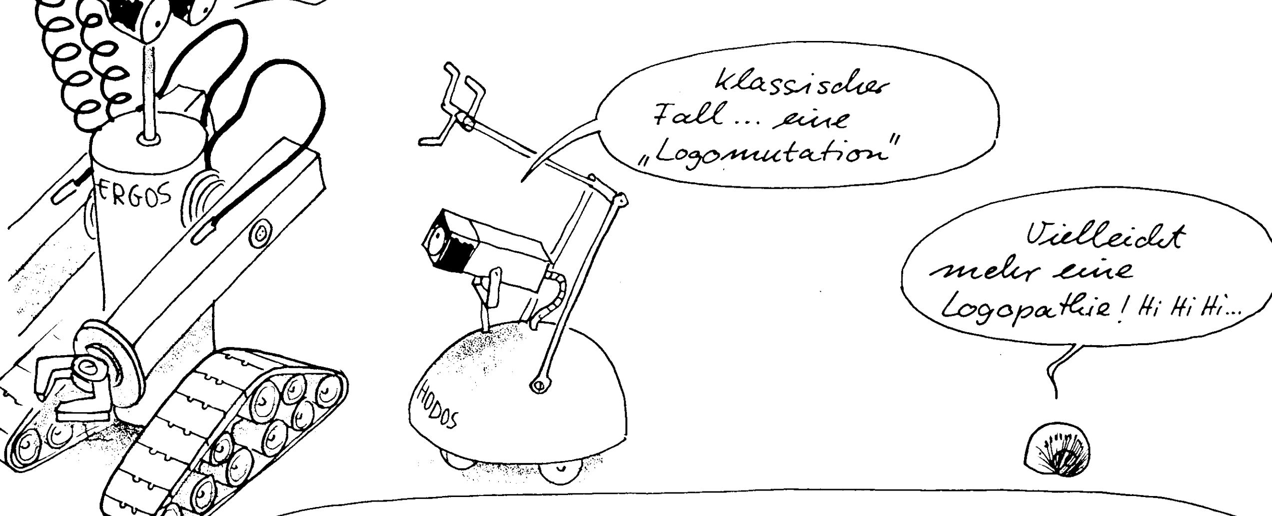


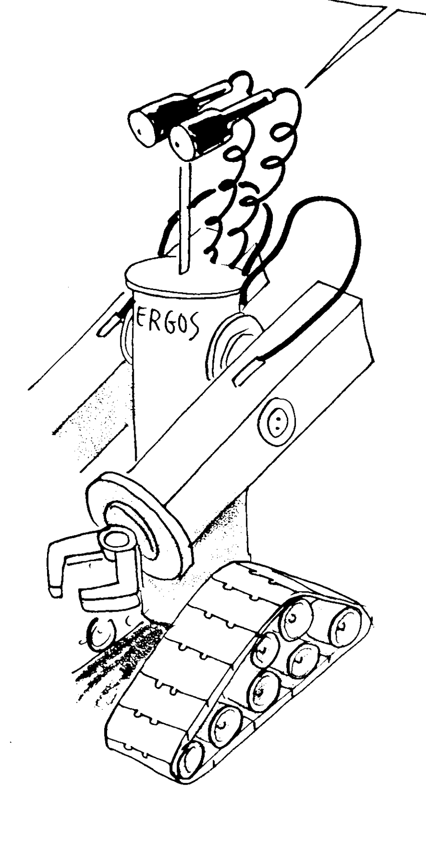

Komm, mach die Klappe auf!
KRATZ KRATZ
SSSSS....
Hi, Hi, Hi, das kitzelt!
Aber nicht doch, Dummkopf, das kitzelt nicht.
Ich glaube, ich werde Probleme mit ihm haben.
Kitzeln! Was dem noch alles einfällt!?
ACHTUNG ZUM SCHROTT
TESTEN SIE IHRE STROMKREISE
BESTIMMEN SIE IHREN IQ
SIND SIE SICHER, DASS SIE NOCH LEISTUNGSFÄHIG SIND?


ZÖGERN SIE NICHT, SICH NEU PROGRAMMIEREN ZU LASSEN
Sieh mal, ein Wettstreit!
Ich bin der Schnellere! Ich habe es geschafft, Dich zu fangen. Du mußt mir jetzt irgend etwas sagen. Wenn es wahr ist, lasse ich Dich laufen, wenn nicht, halte ich Dich gefangen.
KRRR!...
Du wirst mich gefangen halten!...
Hm, also wie nun, wenn ich ihn gefangen halte, hat er die Wahrheit gesagt. Also muß ich ihn loslassen.
Hm...
Aber wenn ich ihn loslasse, dann hat er gelogen, also... verdammt!...
Er ist durchgeschmort!
Wissen Sie, meiner Meinung nach werden die Roboter der ersten Generation früher oder später...


Sieh mal, Menschen!...
Was wollen die denn hier?
HODOS
ERGO
Es ist wegen Mathos.
Bisher war das Verhältnis zu Mathos gut. Er war immer bereit, uns die Verfahren, die er angewendet hat, zu erklären.
Aber jetzt behauptet er, wir wären unfähig, ihm zu folgen.
A
Das ist doch absurd!
Mathos ist auf die Geometrie n-dimensionaler Räume spezialisiert.
Anfangs sollte er alle Strukturen einer vierdimensionalen Raum-Zeit(*) untersuchen.
Insbesondere Schwarze Löcher

(*) x, y, z, t


Um das Problem besser angehen zu können, hat er die Sprache gewechselt.
Klassischer Fall ... eine „Logomutation"
Vielleicht mehr eine Logopathie! Hi Hi Hi...


Aber das ist noch nicht alles. In dieser neuen Sprache untersucht und beschreibt Mathos die physikalischen Phänomene gleichzeitig in ihrem Ablauf von der Vergangenheit in die Zukunft und von der Zukunft in die Vergangenheit. Anscheinend geht das wesentlich besser.
Na ja, dadurch kam Mathos schließlich dazu, die ganze Physik von A bis Z neu zu formulieren, und alles in BISYNCHRON umzuschreiben.
Und die Menschen?


Die haben den Anschluß verloren.
Mit dieser „Doppelzeit" können sie nichts mehr anfangen.
ERGOS
Ich muß zugeben, daß ich auch nicht viel davon verstehe...
HODOS
Überanstrenge nur Deine Stromkreise nicht: Die Große Mutter hat gesagt, daß wir alle bald neu programmiert werden: in BISYNCHRON
... jedenfalls die, die wiederprogrammierbar sind.
Oh...
ERGOS
... und die anderen kommen zum Schrott!?!
Und was passiert mit den Menschen?
Das ist eben das Problem. Man weiß noch nicht genau, was man mit ihnen machen wird.
Eine LOGOMUTATION ist bei den Menschen problematisch.
?


Hast Du das gehört, Anselm?
Ja...
Komm, wir gehen zur Ladestation.
Ja, ich habe auch Kohldampf.
Ich versuch's nochmal
BITTE ERKLÄRUNG DES VERFAHRENS "ANALYSE DES EINSTEIN-PODOLSKY-ROSEN-PARADOXONS"
ÜBERSETZUNG IN MENSCHLICHE SPRACHE NICHT MÖGLICH
Verdammt!
Nichts zu machen


Hat Mathos schon zum Großrechner transferiert?
Nein, ich habe nachgesehen und vorsichtshalber den Stecker gezogen.
Denn in der Großen Mutter etwas zu finden, habe ich schon lange aufgegeben.
Schon seit Jahren weiß keiner mehr, wie sie etwas abspeichert.
Wir können nur noch eins machen...
Du meinst, das Gedächtnis von Mathos löschen?
Nein, ich traue der Sache nicht. Komm, hilf mir mal schnell...
!?


Los, komm!...
ENDE

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜẞTEGERN

DIE MAGNETISCHE SCHALLMAUER



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.


Ich verstehe Sie nicht. Da ist doch nichts, wo Sie suchen.

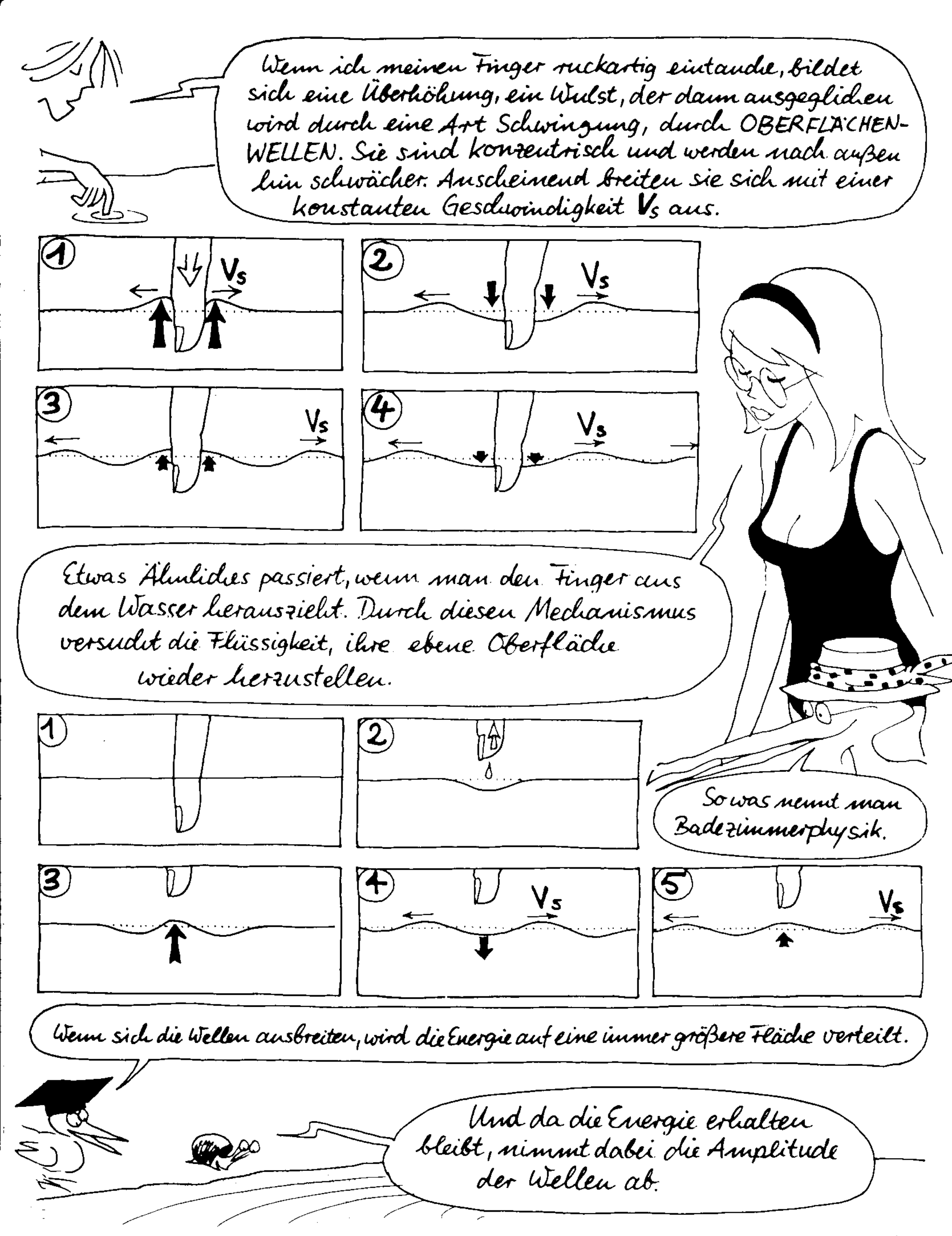

Ich weiß, aber hier ist wenigstens Licht.

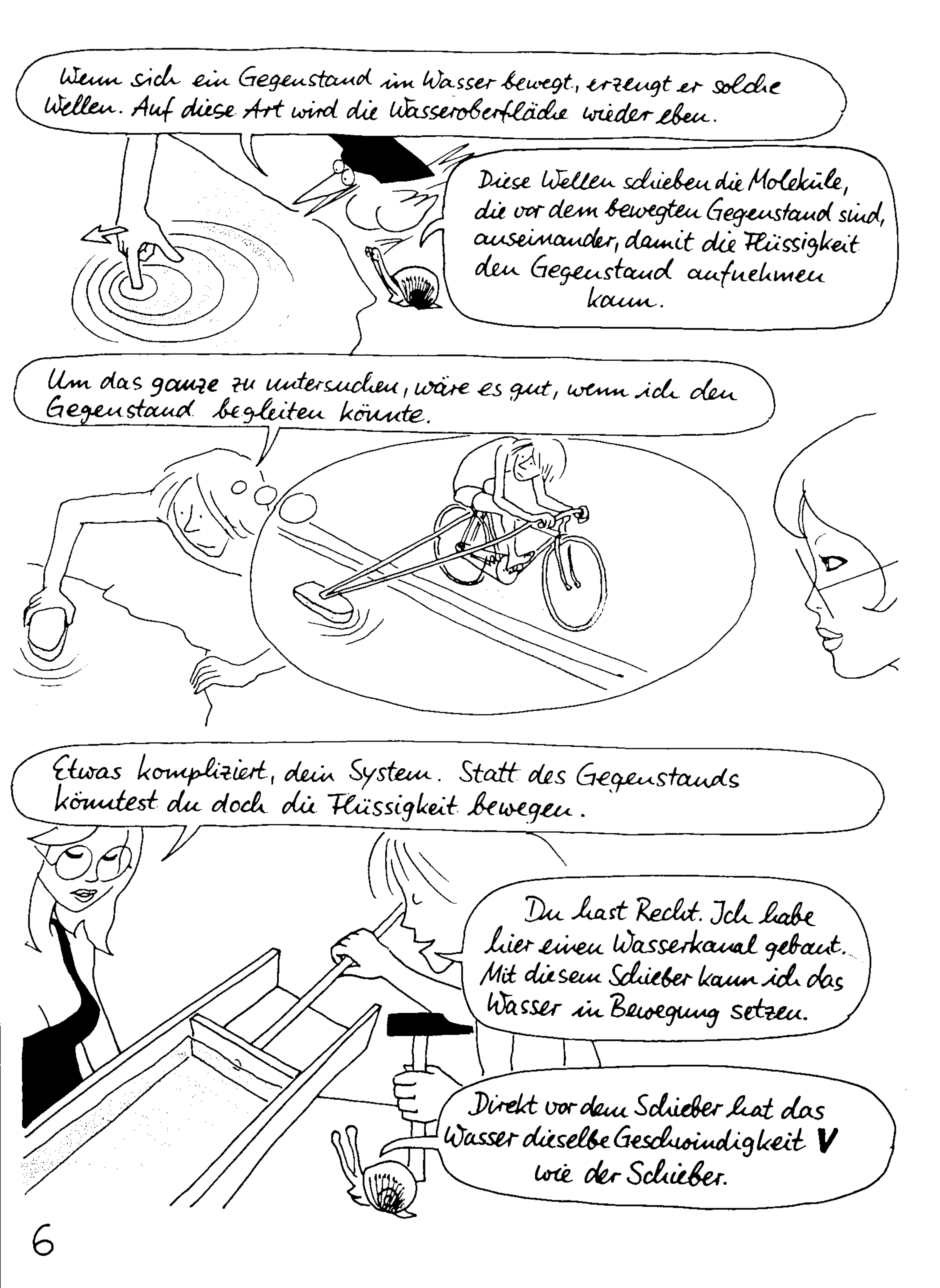
PROLOG


Ferien am Meer machen wirklich Spaß.
Ja, finde ich auch.
Was macht denn Anselm?
Er bastelt wohl wieder...
Ich glaube, er baut einen Landesteg.
Los, wir fahren mal rüber.
Schneller, Georg, es ist toll!
RRRRROAR
!!..
Guten Tag!
Verflixt noch mal, schon wieder!
Georg, das ist Leben!
RRRRRROAR

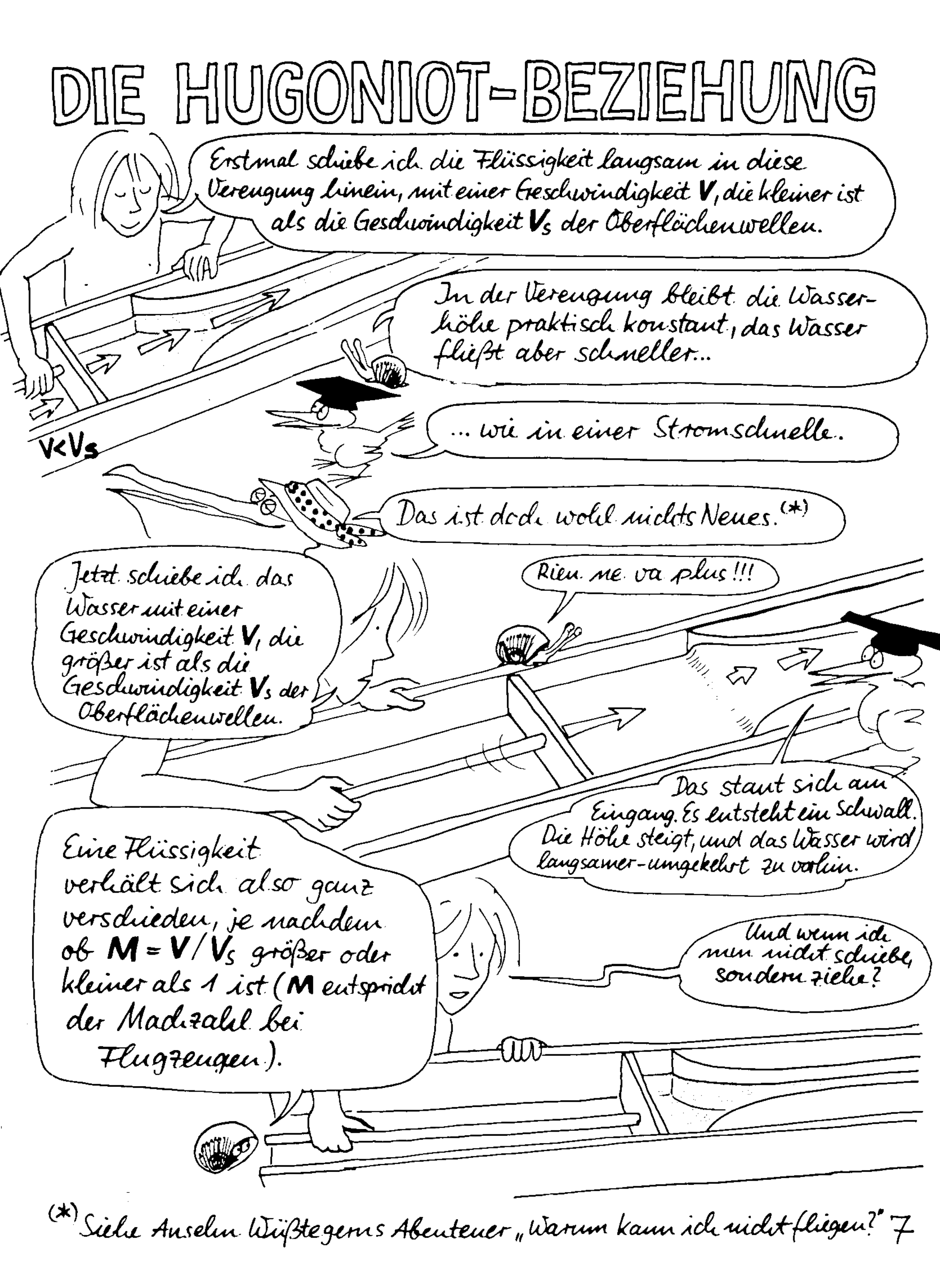


Der Kerl mit seinem blöden Boot!
RRRRROAAR
Er hat schon wieder meinen Landesteg kaputtgemacht.
Ich hatte mit Absicht einen geschützten Ort ausgesucht. Ich weiß nicht, was los ist: Jedesmal, wenn er vorbeifährt, gerät das Wasser in furchtbare Bewegung.
Das ist die Bugwelle, die alles kurz und klein schlägt!
Von mir aus die Bugwelle. Das Resultat ist jedenfalls, daß alles kaputt ist.
OBERFLÄCHENWELLEN
Mir reicht's jetzt!
Sieh mal an, das macht auch Wellen. Schauen wir uns das mal genauer an.
Kreise im Wasser. Na und?


Wenn ich meinen Finger ruckartig eintauche, bildet sich eine Überhöhung, ein Wulst, der dann ausgeglichen wird durch eine Art Schwingung, durch OBERFLÄCHEN-WELLEN. Sie sind konzentrisch und werden nach außen hin schwächer. Anscheinend breiten sie sich mit einer konstanten Geschwindigkeit V_s aus.
1
V_s
2
V_s
3
V_s
4
V_s
Etwas Ähnliches passiert, wenn man den Finger aus dem Wasser herauszieht. Durch diesen Mechanismus versucht die Flüssigkeit, ihre ebene Oberfläche wieder herzustellen.
1
2
So was nennt man Badezimmerphysik.
3
4
V_s
5
V_s
Wenn sich die Wellen ausbreiten, wird die Energie auf eine immer größere Fläche verteilt.
Und da die Energie erhalten bleibt, nimmt dabei die Amplitude der Wellen ab.

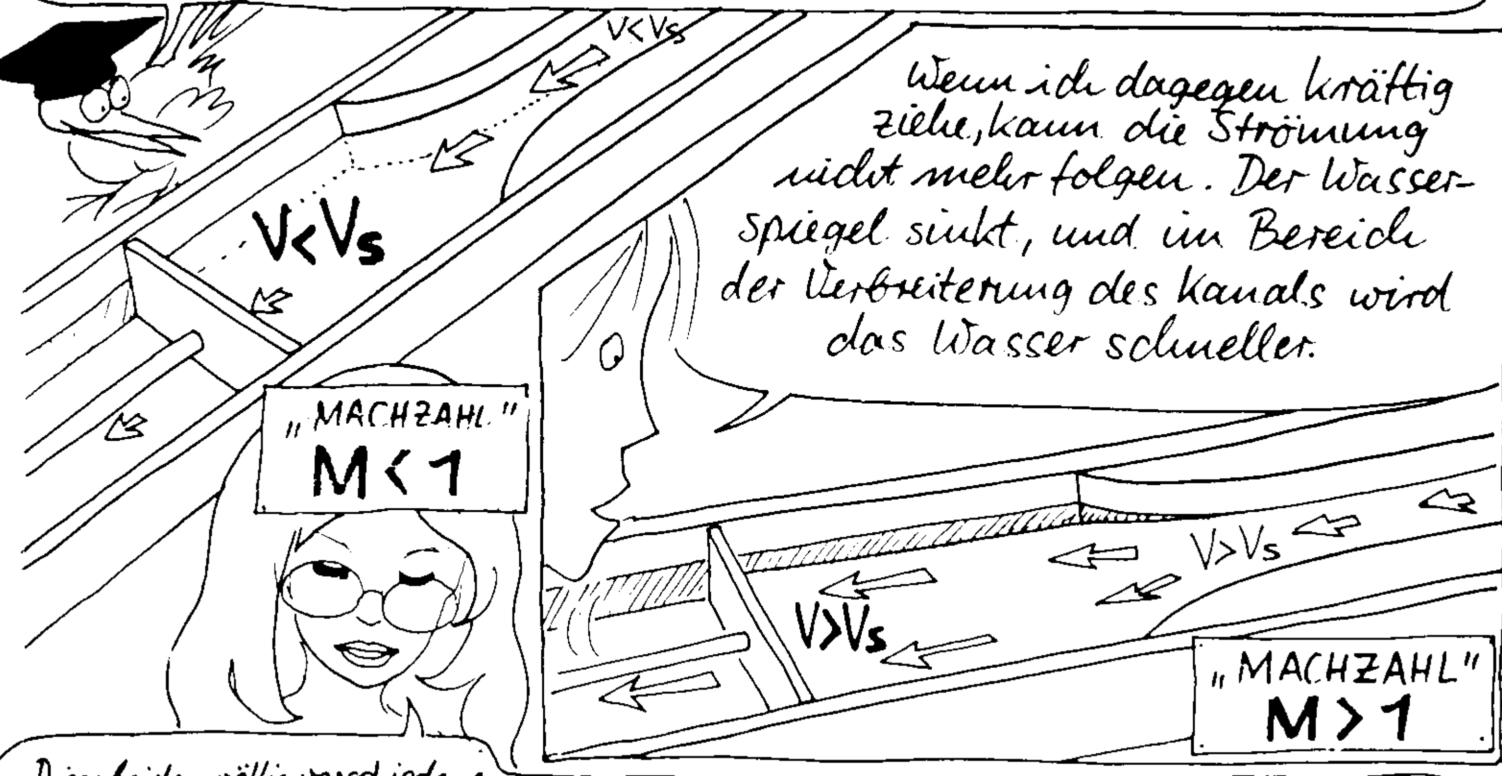

Wenn sich ein Gegenstand im Wasser bewegt, erzeugt er solche Wellen. Auf diese Art wird die Wasseroberfläche wieder eben.
Diese Wellen schieben die Moleküle, die vor dem bewegten Gegenstand sind, auseinander, damit die Flüssigkeit den Gegenstand aufnehmen kann.
Um das ganze zu untersuchen, wäre es gut, wenn ich den Gegenstand begleiten könnte.
Etwas kompliziert, dein System. Statt des Gegenstands könntest du doch die Flüssigkeit bewegen.
Du hast Recht. Ich habe hier einen Wasserkanal gebaut. Mit diesem Schieber kann ich das Wasser in Bewegung setzen.
Direkt vor dem Schieber hat das Wasser dieselbe Geschwindigkeit V wie der Schieber.

DIE HUGONIOT-BEZIEHUNG



(*) Siehe Anselm Wüßtegerns Abenteuer „Warum kann ich nicht fliegen?"

Wenn du vorsichtig ziehst, so daß die Geschwindigkeit **V** des Wassers überall kleiner ist als die Geschwindigkeit **V**s der Oberflächenwellen, wird das Wasser in der Verbreiterung des Kanals langsamer; die Wasserhöhe bleibt praktisch konstant.

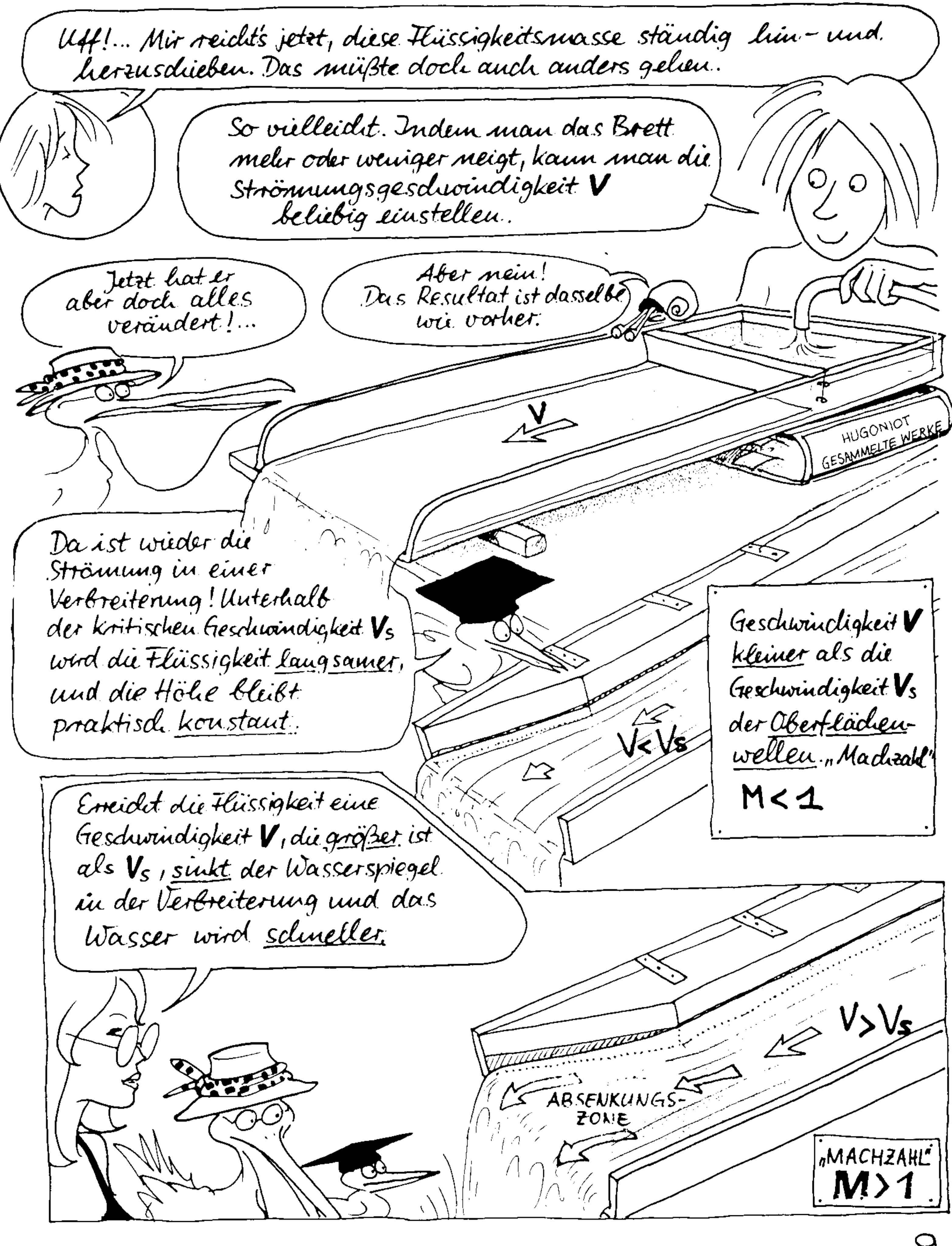


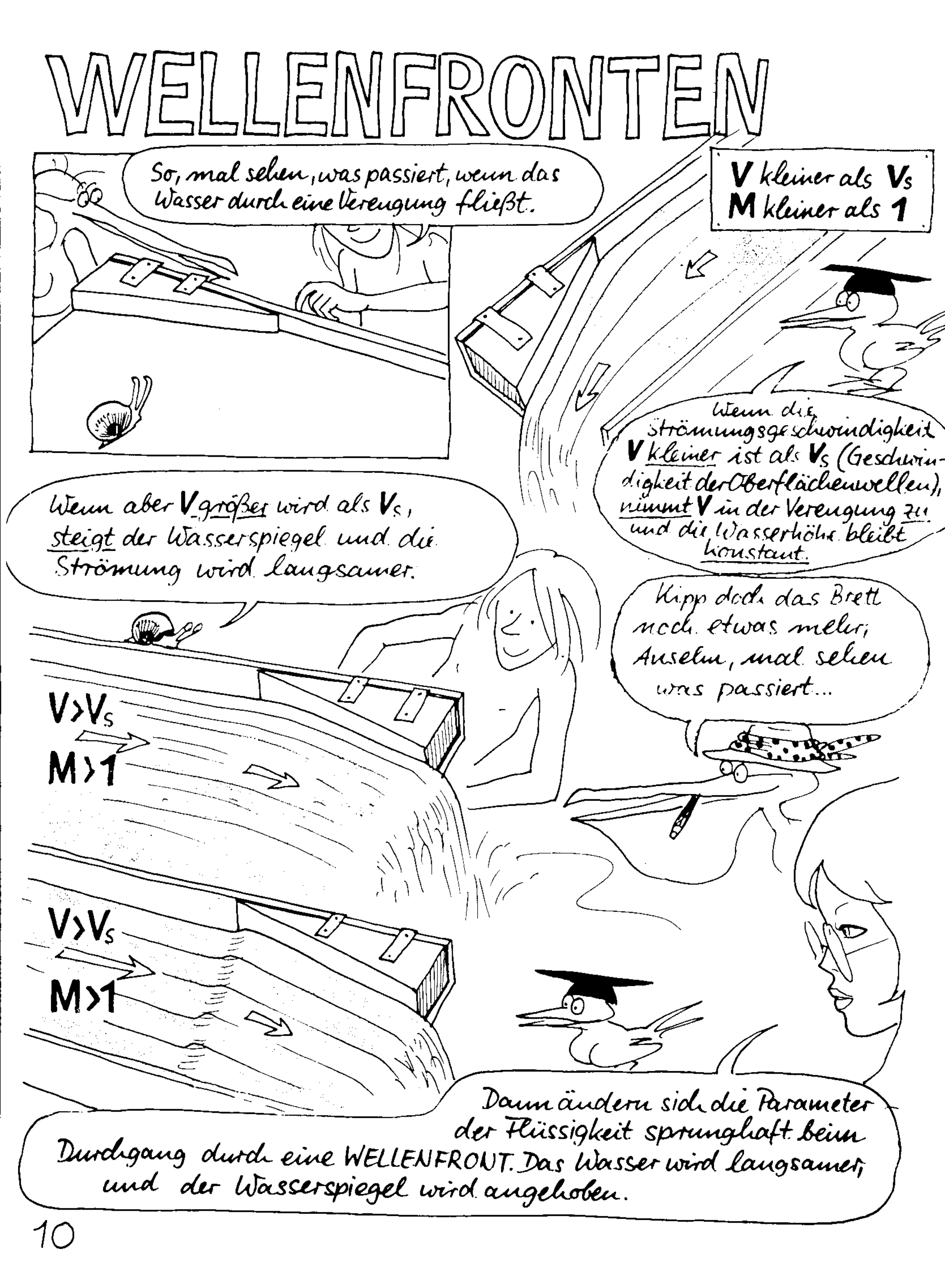
Diese beiden völlig verschiedenen Verhaltensweisen faßte der französische Physiker HUGONIOT in einem Theorem zusammen:

Hugoniot	**V** kleiner als **V**s („Machzahl" **M** ~~größer~~ kleiner als 1)	**V** größer als **V**s („Machzahl" **M** größer als 1)
In einer VERENGUNG Die Flüssigkeit: Der Wasserspiegel:	 wird schneller bleibt auf gleicher Höhe	 wird langsamer ~~sinkt~~ steigt
In einer VERBREITERUNG Die Flüssigkeit: Der Wasserspiegel:	 wird langsamer bleibt auf gleicher Höhe	 wird schneller sinkt.

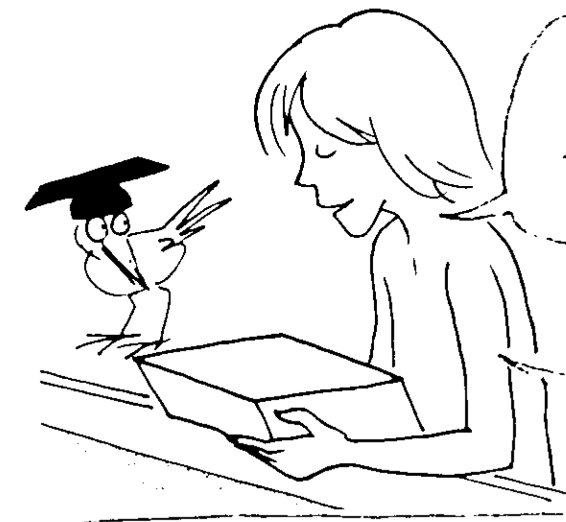
Also nochmal: Je mehr man weniger schnell ist, und je weniger die Geschwindigkeit größer ist... oder nein... wohl eher umgekehrt...

Hi Hi Hi...


Uff!... Mir reicht's jetzt, diese Flüssigkeitsmasse ständig hin- und herzuschieben. Das müßte doch auch anders gehen..
So vielleicht. Indem man das Brett mehr oder weniger neigt, kann man die Strömungsgeschwindigkeit V beliebig einstellen..
Jetzt hat er aber doch alles verändert!...
Aber nein! Das Resultat ist dasselbe wie vorher.
V
HUGONIOT GESAMMELTE WERKE
Da ist wieder die Strömung in einer Verbreiterung! Unterhalb der kritischen Geschwindigkeit Vs wird die Flüssigkeit langsamer, und die Höhe bleibt praktisch konstant.
V<Vs
Geschwindigkeit V kleiner als die Geschwindigkeit Vs der Oberflächenwellen. „Machzahl"
M<1
Erreicht die Flüssigkeit eine Geschwindigkeit V, die größer ist als Vs, sinkt der Wasserspiegel in der Verbreiterung und das Wasser wird schneller.
V>Vs
ABSENKUNGS-ZONE
„MACHZAHL"
M>1


WELLENFRONTEN
So, mal sehen, was passiert, wenn das Wasser durch eine Verengung fließt.
V kleiner als Vs
M kleiner als 1
Wenn die Strömungsgeschwindigkeit V kleiner ist als Vs (Geschwindigkeit der Oberflächenwellen), nimmt V in der Verengung zu und die Wasserhöhe bleibt konstant.
Wenn aber V größer wird als Vs, steigt der Wasserspiegel und die Strömung wird langsamer.
Kipp doch das Brett noch etwas mehr, Anselm, mal sehen was passiert...
V>Vs
M>1
V>Vs
M>1
Dann ändern sich die Parameter der Flüssigkeit sprunghaft beim Durchgang durch eine WELLENFRONT. Das Wasser wird langsamer, und der Wasserspiegel wird angehoben.

UMSTRÖMUNG EINES PROFILS



Die Oberflächenwellen, die sich mit der Geschwindigkeit V_s ausbreiten, können stromaufwärts laufen. So wird die Flüssigkeit vom Vorhandensein des Gegenstandes vorher „informiert", sie hat Zeit, den Empfang vorzubereiten: Sie beginnt auszuweichen, bevor der Gegenstand da ist.

$V < V_s$

V_s

Achtung da vorn! Wir kommen!...

So, jetzt neigen wir das Brett etwas mehr, so daß V größer als V_s wird!

Nach dem Theorem von Hugoniot wird das Wasser beim Bug langsamer, an der Seite schneller und am Heck wieder langsamer.

$V > V_s$

BUG

SEITE

HECK

Auf der Höhe des Bugs wird das Wasser sprunghaft langsamer, es steigt über den Normalspiegel. An der breitesten Stelle angekommen, wird es wieder beschleunigt und sogar „überbeschleunigt", d. h. seine Geschwindigkeit wird größer als die der freien Strömung. Gleichzeitig sinkt der Wasserspiegel unter den Normalspiegel. Am Heck stellen sich Strömungsgeschwindigkeit und Wasserspiegel sprunghaft wieder auf ihre alten Werte ein.

DIE BUGWELLE

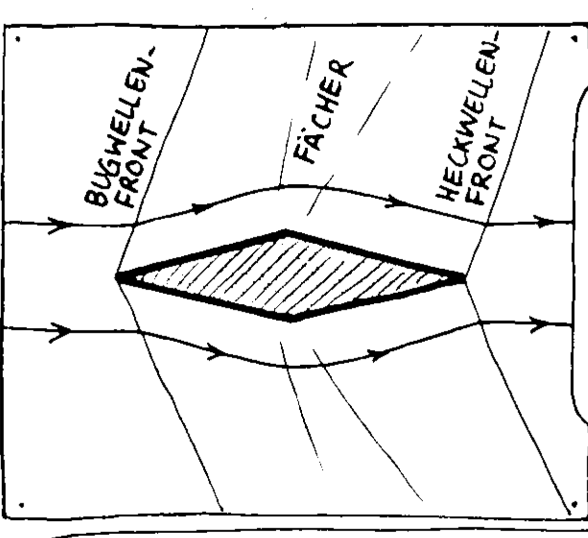
Wenn **V** größer als **V_S** ist, entstehen Wellenfronten, Sprünge im Wasserspiegel. Der Bug sendet Oberflächenwellen aus, die nicht mehr stromaufwärts gelangen können. Sie schieben sich übereinander und bilden einen Wulst aus Wasser: die Bugwelle.



Nein, hier macht der Wasserspiegel keinen Sprung. Das geht anscheinend ganz sanft vor sich.

BUG SEITE HECK

Ich dachte, ich hätte endlich mal eine Idee...



Ja, ja, Leo, am Bug und am Heck geschehen die Geschwindigkeits- und Höhenänderungen sprunghaft in den Wellenfronten. An der Seite dagegen variieren Geschwindigkeit und Niveau stetig, es entsteht eine Art Fächer.

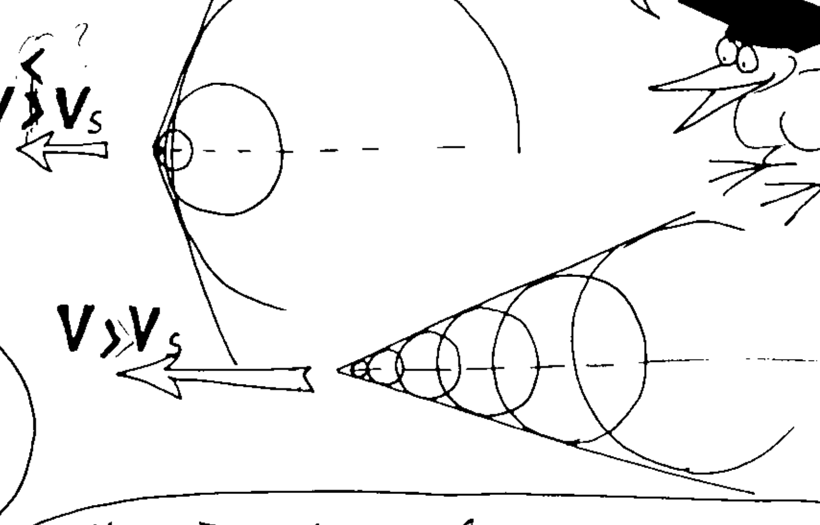
Beobachten, Leo, beobachten!

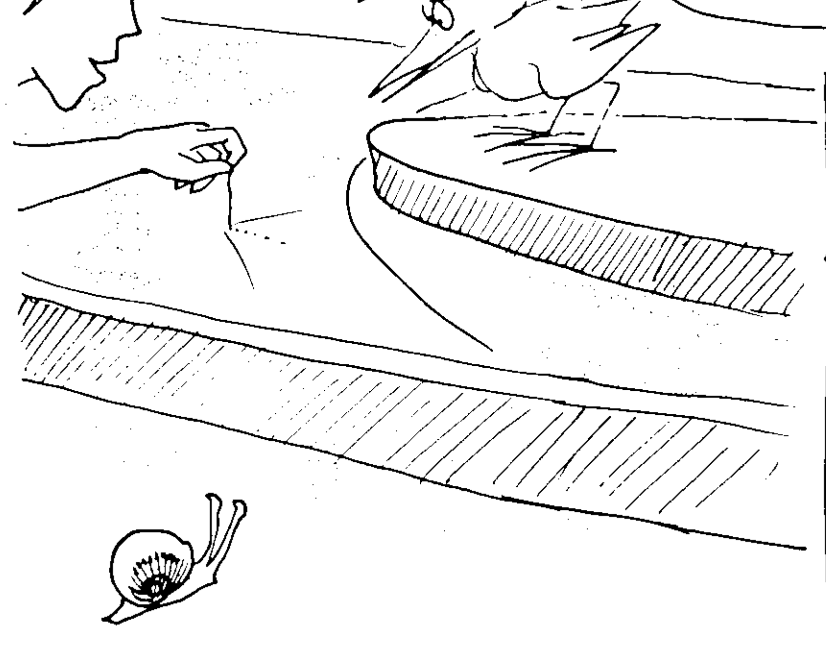


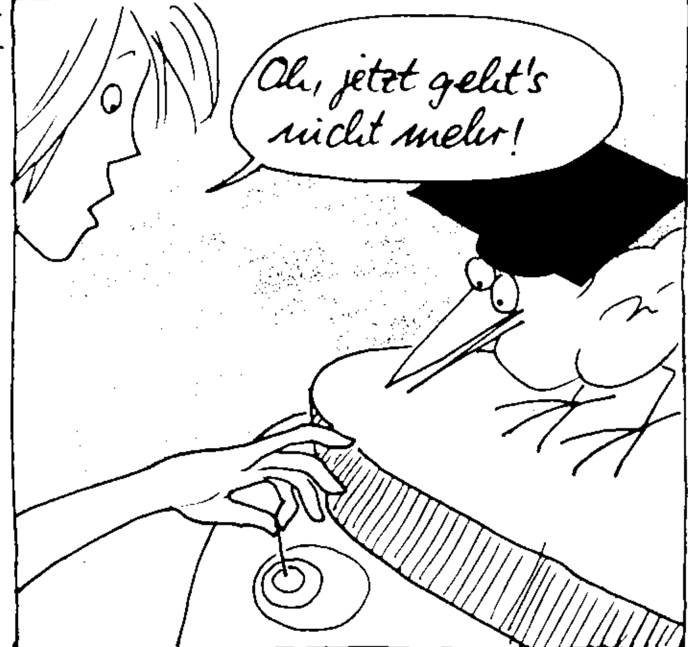
Tiresias hat Recht.
FLATSCH FLATSCH
Man sieht schlecht, was unter seinen eigenen Flügeln vor sich geht...
Ah ja! Sehr deutlich!
Achtung, das Ufer!
Schon wieder ein Opfer der Wissenschaft!
Einen Schiffsrumpf kann man sich vorstellen als eine Folge ebener Flächen.
STROM-AUFWÄRTS
STROM-ABWÄRTS
Und die Heckwelle sorgt für den Anschluß an das Wasser stromabwärts. Das erklärt, warum ein Schiff keine Furche im Wasser erzeugt.
Außerdem wird die Geschwindigkeitsänderung, die durch die Reibung des Wassers am Schiffrumpf hervorgerufen wird, durch die Turbulenz hinter dem Schiff rückgängig gemacht.
Ich glaube, ich habe das Fundamentalprinzip der Hydrodynamik entdeckt!
Tiresias, Sie überraschen mich immer wieder. Worin besteht es denn?
ES WIRD GEBETEN, DIE FLÜSSIGKEIT SO ZU BELASSEN, WIE MAN SIE VORGEFUNDEN HAT.

MESSUNG DER GESCHWINDIGKEIT

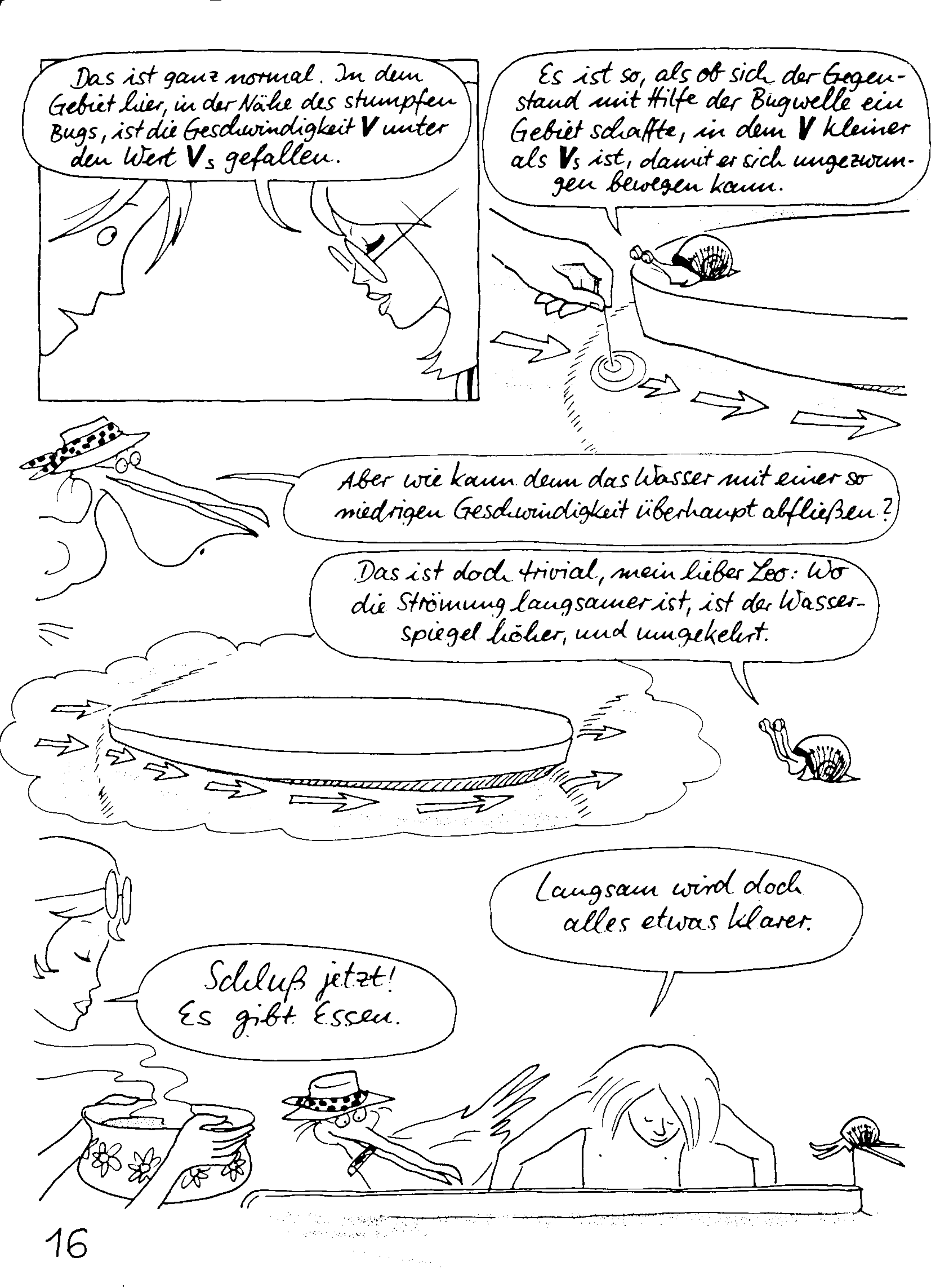








(*) Siehe Anhang A


Das ist ganz normal. In dem Gebiet hier, in der Nähe des stumpfen Bugs, ist die Geschwindigkeit V unter den Wert Vs gefallen.
Es ist so, als ob sich der Gegenstand mit Hilfe der Bugwelle ein Gebiet schaffte, in dem V kleiner als Vs ist, damit er sich ungezwungen bewegen kann.
Aber wie kann denn das Wasser mit einer so niedrigen Geschwindigkeit überhaupt abfließen?
Das ist doch trivial, mein lieber Leo: Wo die Strömung langsamer ist, ist der Wasserspiegel höher, und umgekehrt.
Langsam wird doch alles etwas klarer.
Schluß jetzt! Es gibt Essen.

Es wäre nicht schlecht, wenn man diese Wellen irgendwie wegbringen könnte.

Die verbrauchen doch nur Energie!

Da wird irgendwas eingefädelt. Aber was nur?

Ja, da steckt Energie drin. Beweis: Der Nachbar kann mit seinem Boot unseren Landesteg kaputtmachen.

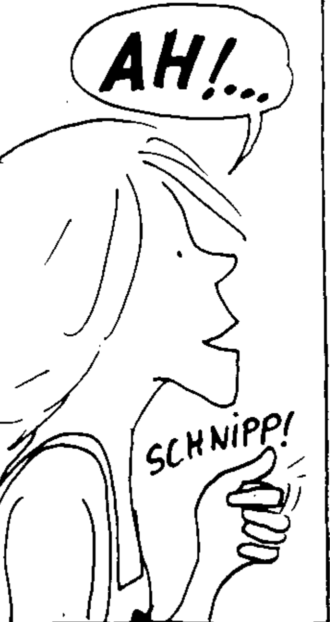
Solange man die Flüssigkeit stromaufwärts „warnen" kann, bildet sich keine Welle...

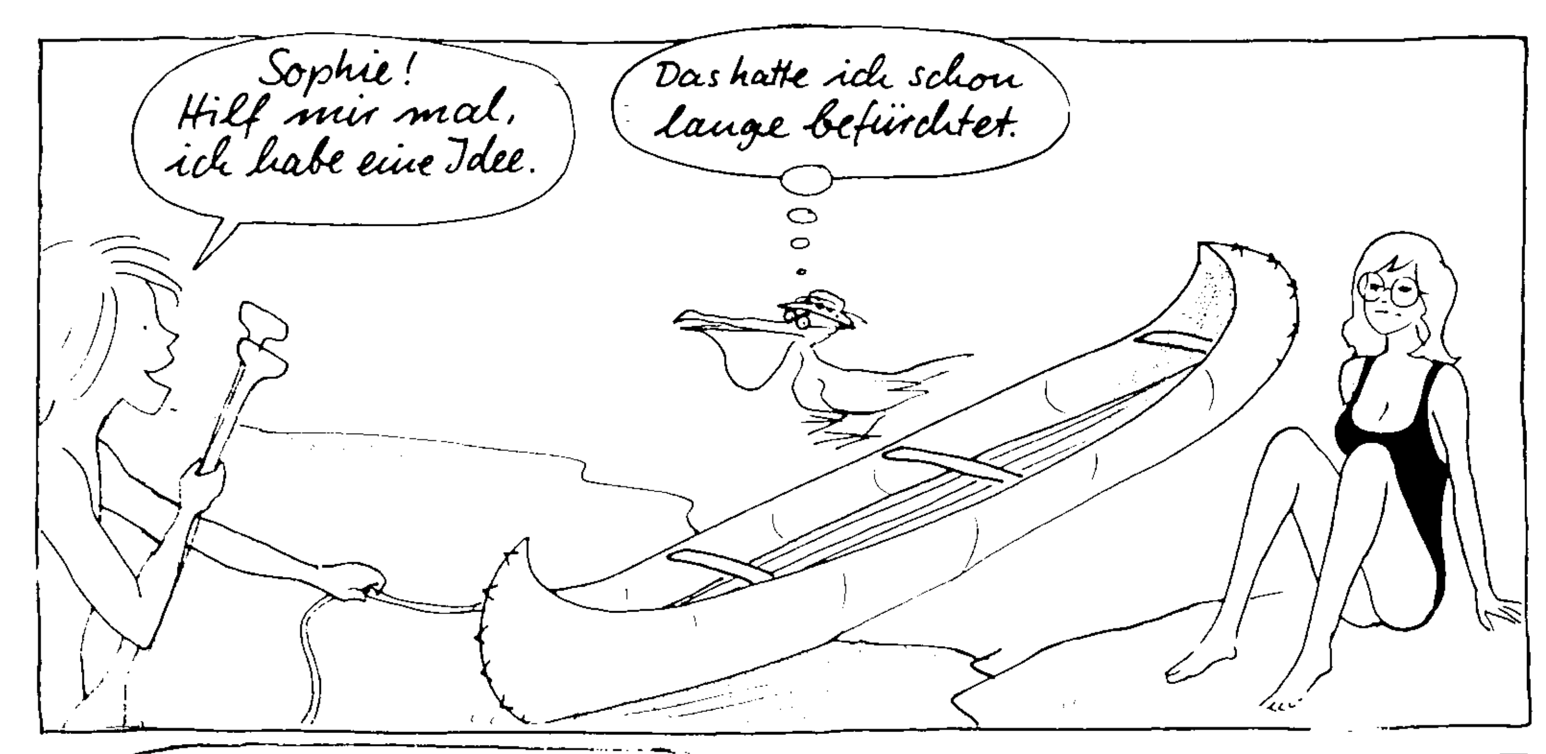
Also müßte man, auch wenn man sich schneller als die Oberflächenwellen bewegt, irgendwie auf die Flüssigkeit stromaufwärts einwirken.

HEPP!

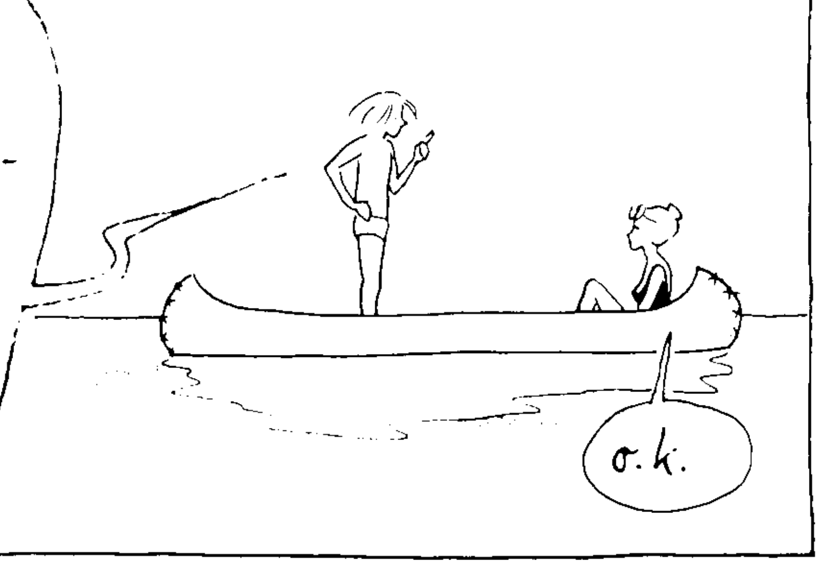


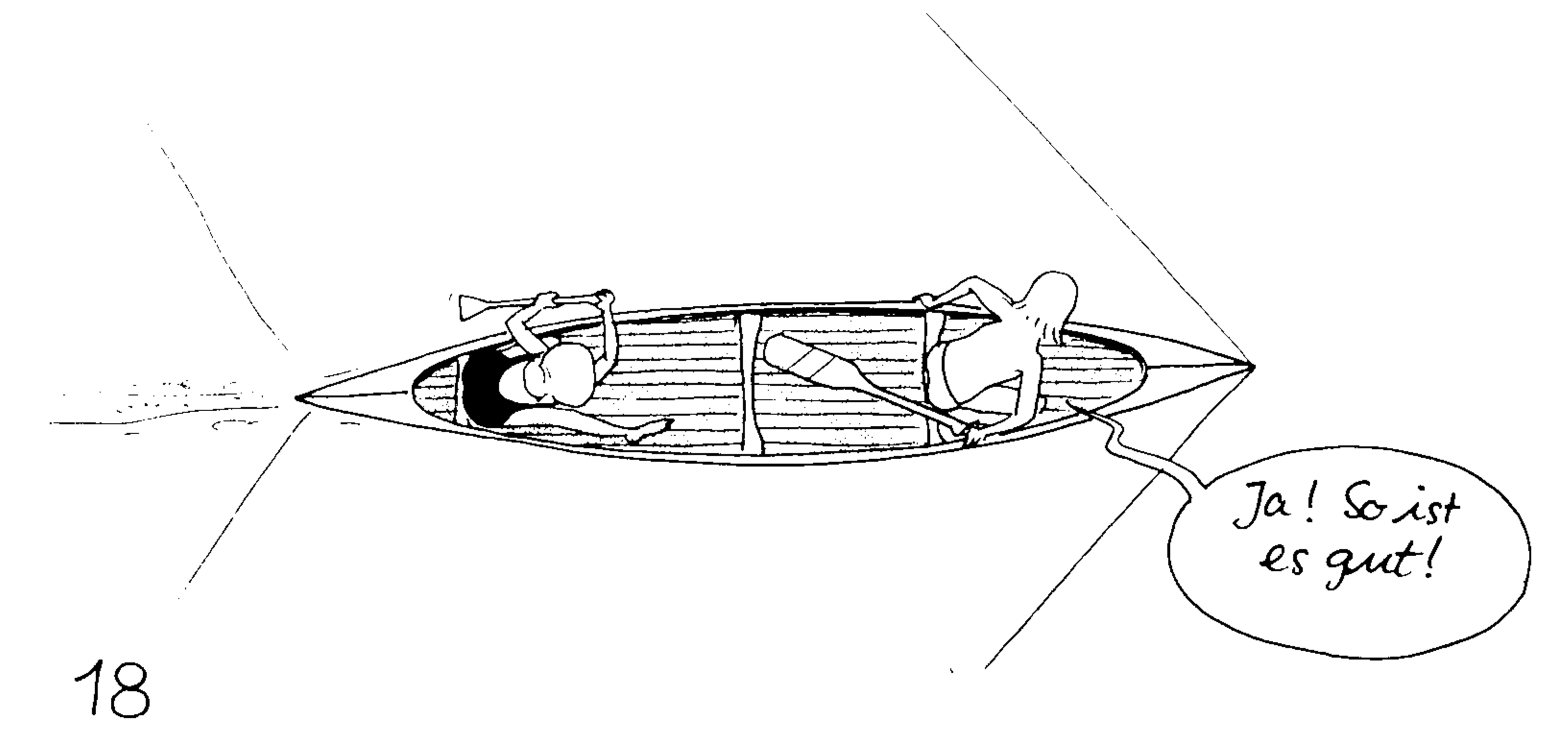





Sophie! Hilf mir mal, ich habe eine Idee.
Das hatte ich schon lange befürchtet.

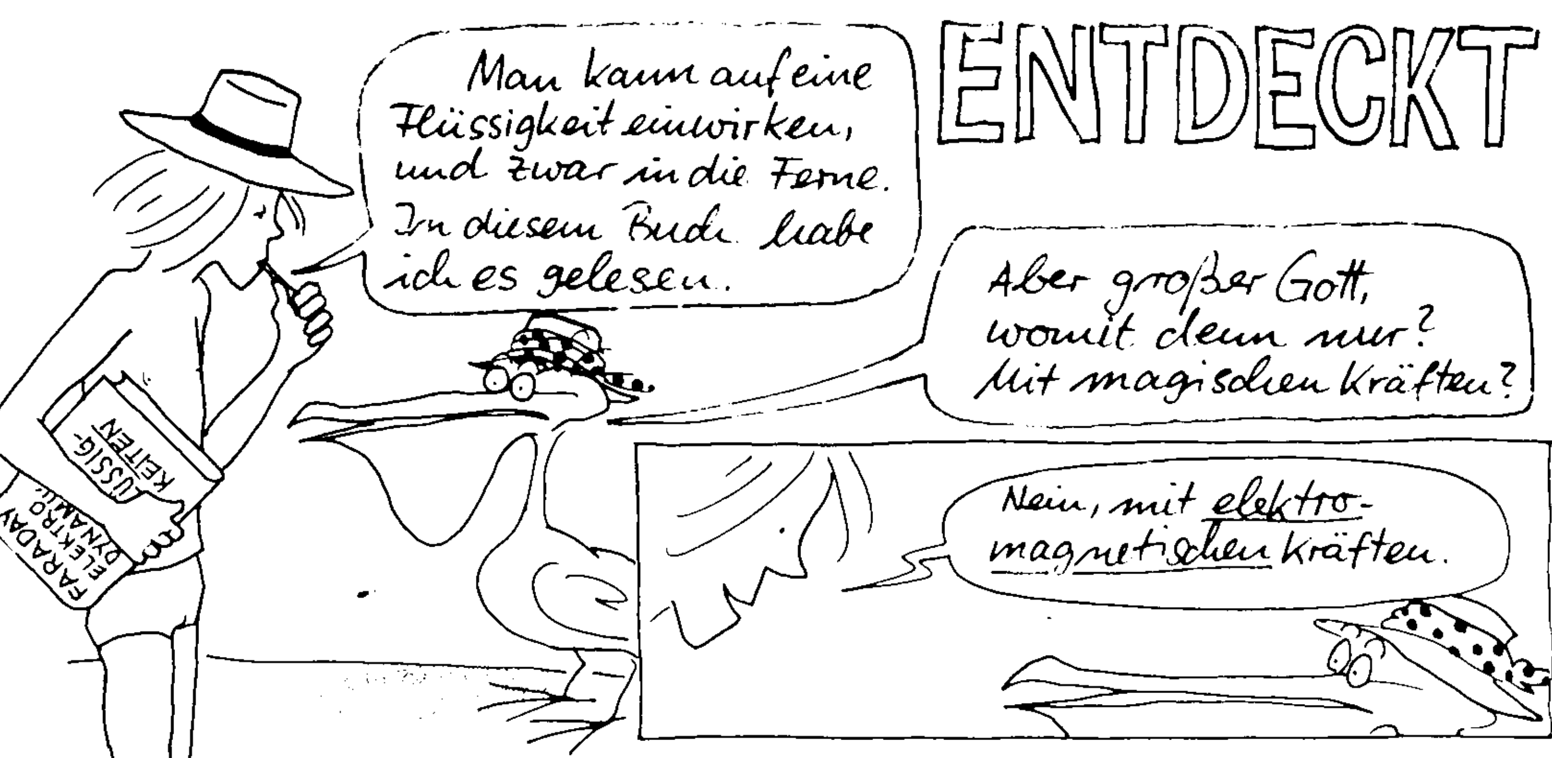
Paß auf! Du sorgst dafür, daß sich das Kanu mit einer Geschwindigkeit **V** bewegt, die größer ist als die Geschwindigkeit V_s der Oberflächenwellen. Währenddessen versuche ich vorne, die Moleküle stromaufwärts mit meinem Ruder nach den Seiten zu lenken, um sie über die Ankunft des Kanus zu informieren.


o.k.


Ja! So ist es gut!


Mal sehen, was wir sehen werden.
Ich ahne Schlimmes.
He!
So geht's wohl nicht...
Was soll denn das?
Ach nichts. Anselm hat nur versucht, die Moleküle zu informieren.
Ich verstehe nicht, was Du Dir erhoffst. Wenn Du die Flüssigkeit „informieren" willst, wie Du es ausdrückst, mußt Du doch wieder einen materiellen Gegenstand stromaufwärts bewegen und dieser erzeugt seinerseits Wellen. Das ist ein Teufelskreis.
Wartet nur ab...
Sophie sagt, das verschiebt nur das Problem.
FARADAY
Sie sagt, Schiffahrt ohne Bugwellen ist ein Ding der Unmöglichkeit.

WIE ANSELM DIE MAGNETOHYDRODYNAMIK ENTDECKT



Erzeugt man in einer Flüssigkeit erstens ein Magnetfeld $\vec{B}$, und zweitens einen elektrischen Strom I, der senkrecht zu $\vec{B}$ über die Strecke $\vec{s}$ fließt, so wirkt auf die Flüssigkeit die Lorentzkraft $\vec{F} = I\vec{s} \times \vec{B}$, deren Richtung gegeben ist durch die DREI-FINGER-REGEL:

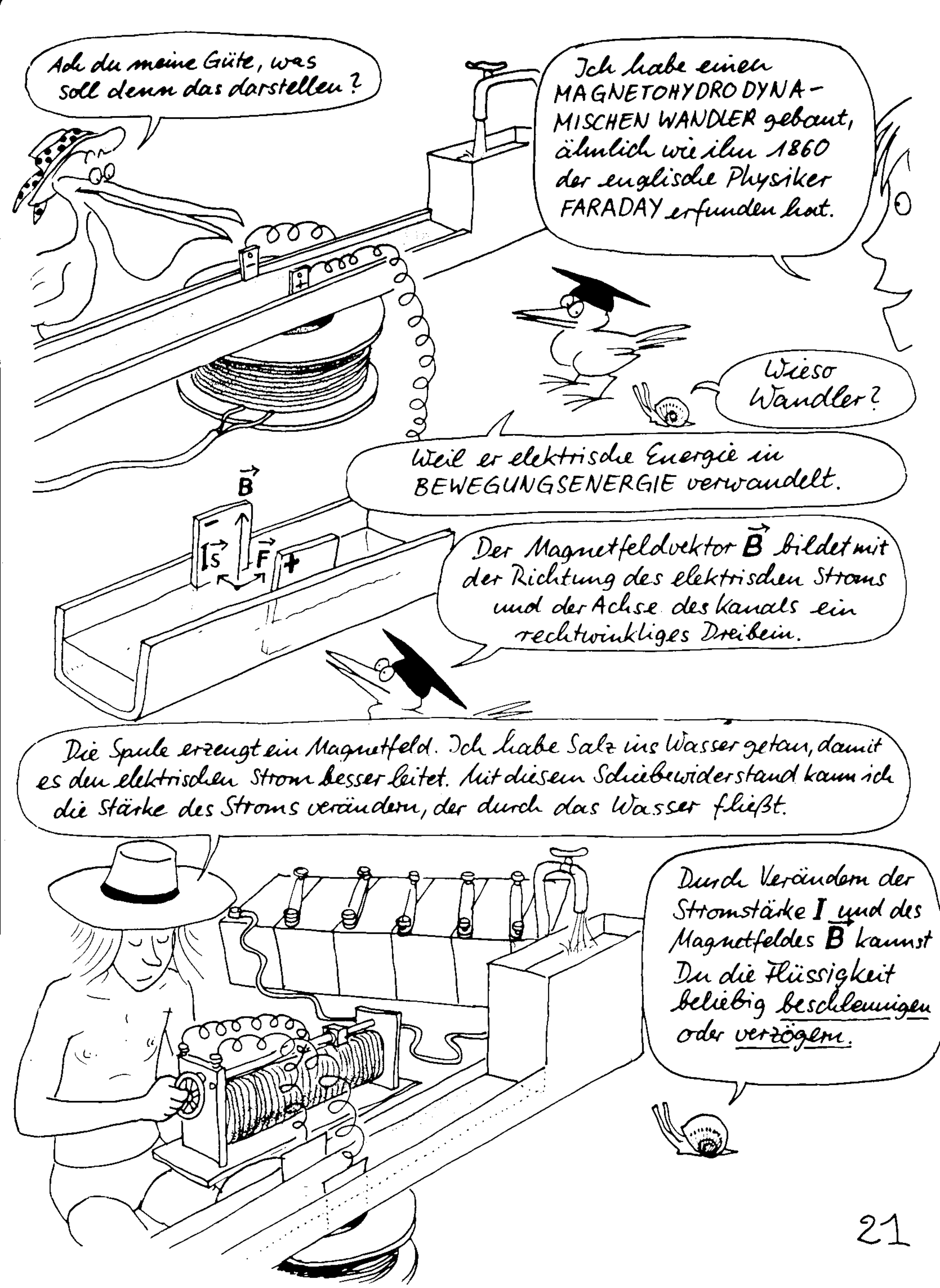
Man bildet mit Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger der rechten Hand ein Dreibein. Weist der Zeigefinger in die Richtung des elektrischen Stromes und der Mittelfinger in die Richtung des Magnetfeldes, so zeigt der Daumen die Kraftrichtung an.

$I\vec{s}$ $\vec{B}$ $\vec{F}$

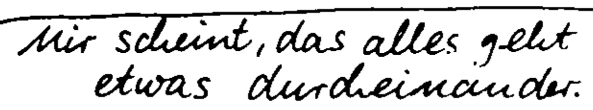
$I\vec{s}$ $\vec{B}$ $\vec{F}$

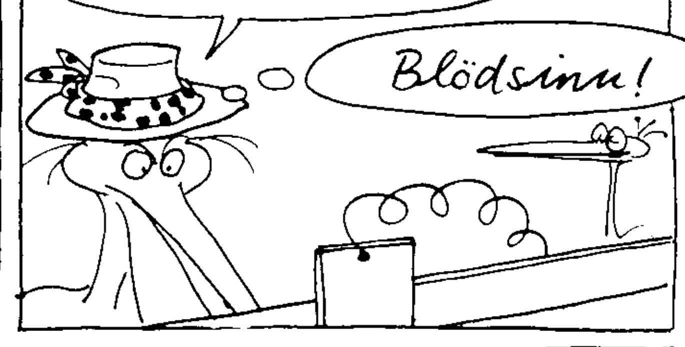
Mittelfinger wie Magnetfeld

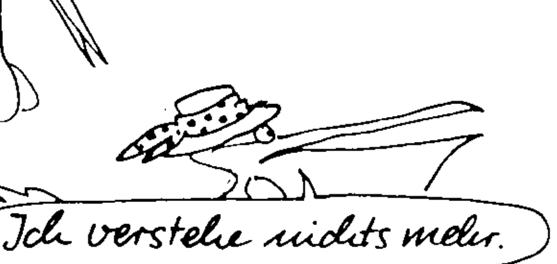
Die Direktion

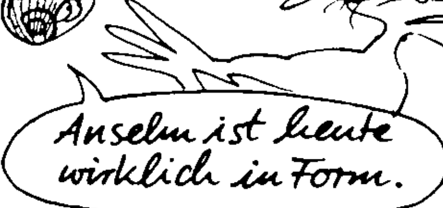

Ach du meine Güte, was soll denn das darstellen?
Ich habe einen MAGNETOHYDRODYNAMISCHEN WANDLER gebaut, ähnlich wie ihn 1860 der englische Physiker FARADAY erfunden hat.
Wieso Wandler?
Weil er elektrische Energie in BEWEGUNGSENERGIE verwandelt.
B
–
S
F
+
Der Magnetfeldvektor B bildet mit der Richtung des elektrischen Stroms und der Achse des Kanals ein rechtwinkliges Dreibein.
Die Spule erzeugt ein Magnetfeld. Ich habe Salz ins Wasser getan, damit es den elektrischen Strom besser leitet. Mit diesem Schiebewiderstand kann ich die Stärke des Stroms verändern, der durch das Wasser fließt.
Durch Verändern der Stromstärke I und des Magnetfeldes B kannst Du die Flüssigkeit beliebig beschleunigen oder verzögern.

DIE KRITISCHE ENERGIE

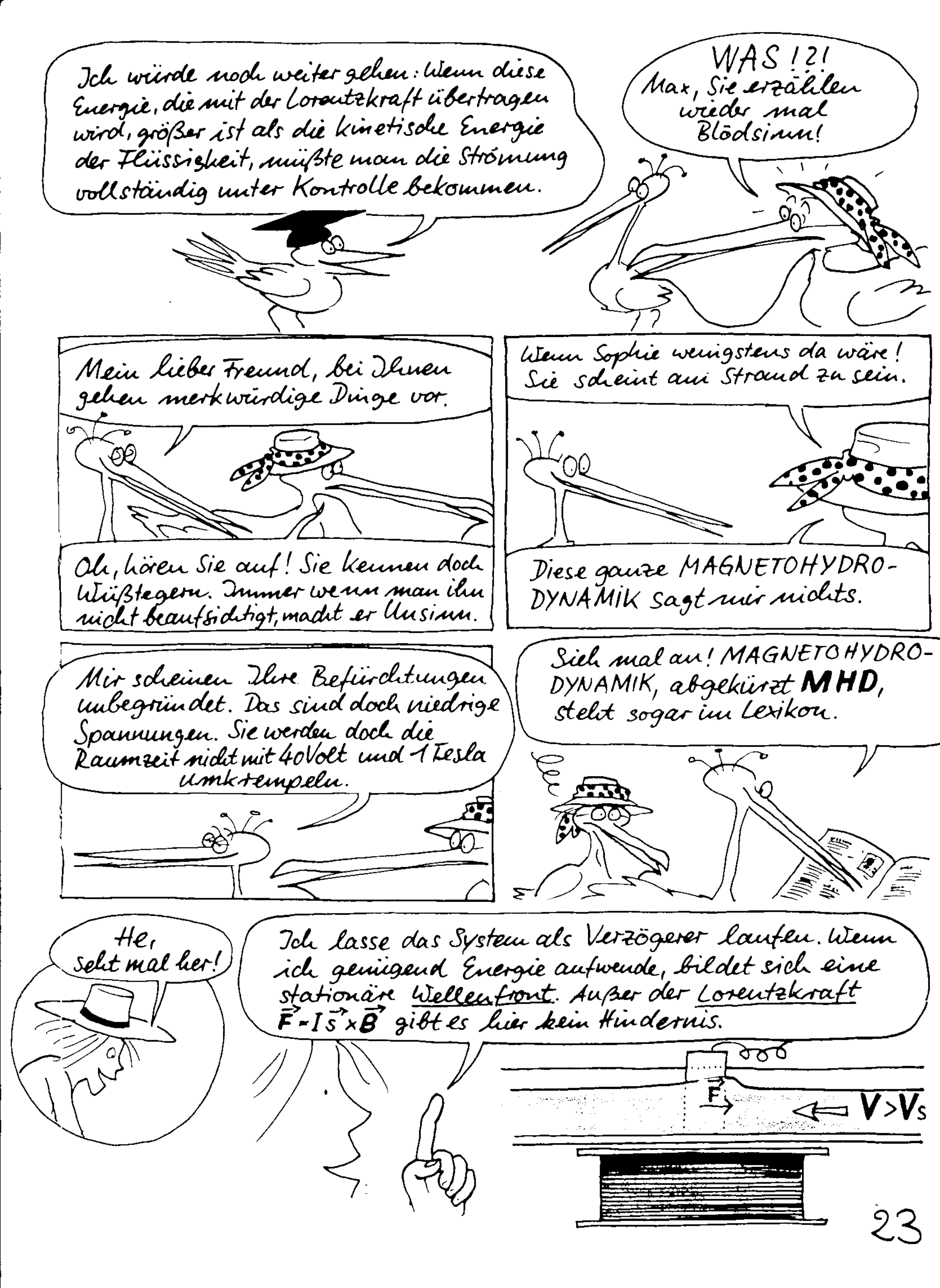




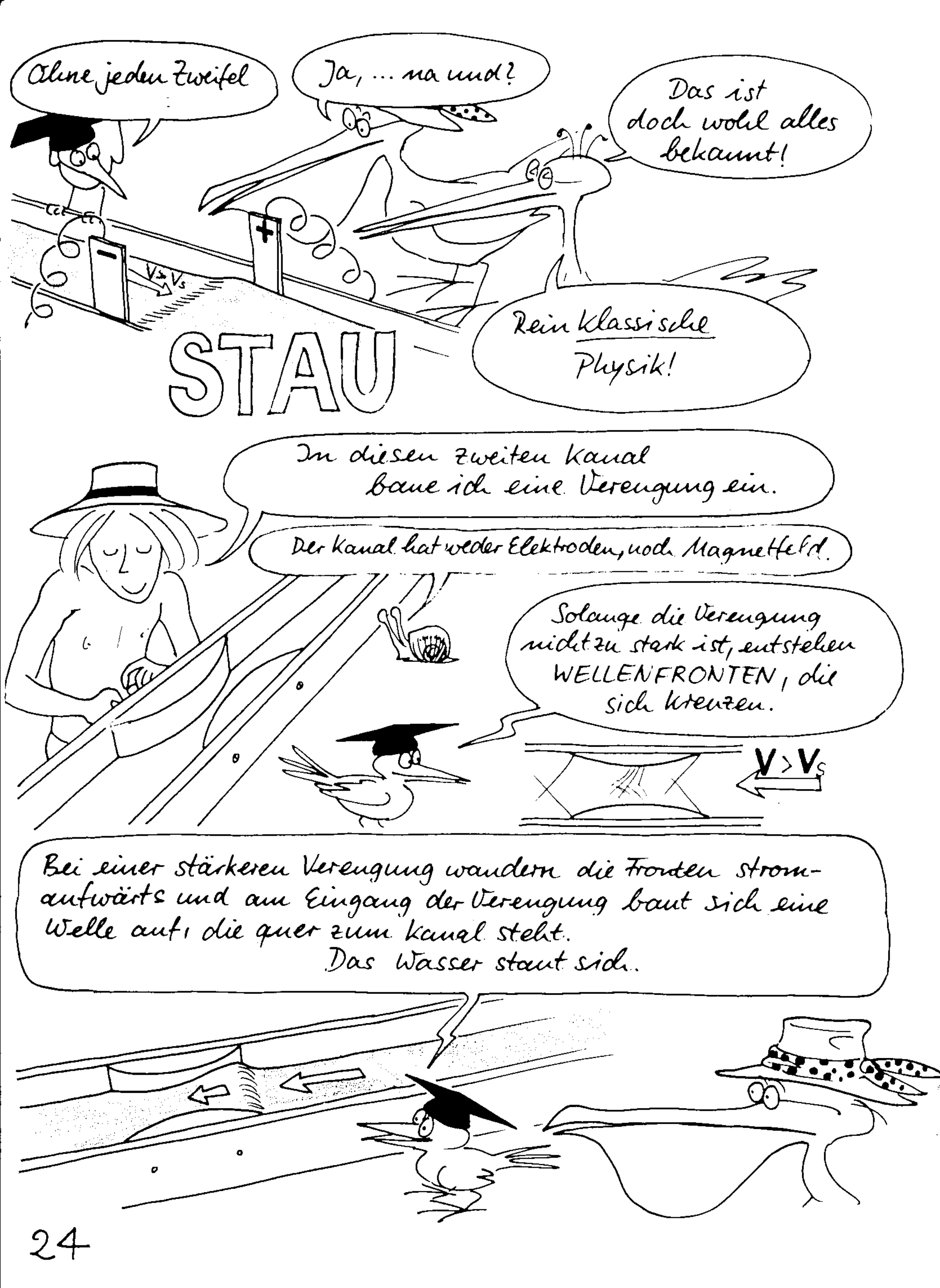








Ich würde noch weiter gehen: Wenn diese Energie, die mit der Lorentzkraft übertragen wird, größer ist als die kinetische Energie der Flüssigkeit, müßte man die Strömung vollständig unter Kontrolle bekommen.
WAS !?! Max, Sie erzählen wieder mal Blödsinn!
Mein lieber Freund, bei Ihnen gehen merkwürdige Dinge vor.
Oh, hören Sie auf! Sie kennen doch Wißbegern. Immer wenn man ihn nicht beaufsichtigt, macht er Unsinn.
Wenn Sophie wenigstens da wäre! Sie scheint am Strand zu sein.
Diese ganze MAGNETOHYDRODYNAMIK sagt mir nichts.
Mir scheinen Ihre Befürchtungen unbegründet. Das sind doch niedrige Spannungen. Sie werden doch die Raumzeit nicht mit 40 Volt und 1 Tesla umkrempeln.
Sieh mal an! MAGNETOHYDRODYNAMIK, abgekürzt MHD, steht sogar im Lexikon.
He, seht mal her!
Ich lasse das System als Verzögerer laufen. Wenn ich genügend Energie aufwende, bildet sich eine stationäre Wellenfront. Außer der Lorentzkraft $\vec{F} = I\vec{s} \times \vec{B}$ gibt es hier kein Hindernis.
F
V>Vs


Ohne jeden Zweifel
Ja, ... na und?
Das ist doch wohl alles bekannt!
V > Vs
STAU
Rein klassische Physik!
In diesen zweiten Kanal baue ich eine Verengung ein.
Der Kanal hat weder Elektroden, noch Magnetfeld.
Solange die Verengung nicht zu stark ist, entstehen WELLENFRONTEN, die sich kreuzen.
V > Vs
Bei einer stärkeren Verengung wandern die Fronten stromaufwärts und am Eingang der Verengung baut sich eine Welle auf, die quer zum Kanal steht.
Das Wasser staut sich.



(*) Siehe Anhang B

Jetzt versuche ich's mal mit einer stärkeren Verengung.

Na also, ... geht auch!

Phantastisch, das müssen wir Sophie zeigen.

Die Frontwelle wird unterdrückt.

STAU

WELLENFRONT

$V > V_s$

AUFLÖSUNG DES STAUS mit Hilfe einer beschleunigenden Lorentzkraft

ABSENKUNG

$V > V_s$

Durch Verstärken der Lorentzkraft schafft es Anselm sogar, das Wasser wegzusaugen, so daß der Wasserspiegel stromaufwärts unter das Normalniveau sinkt.

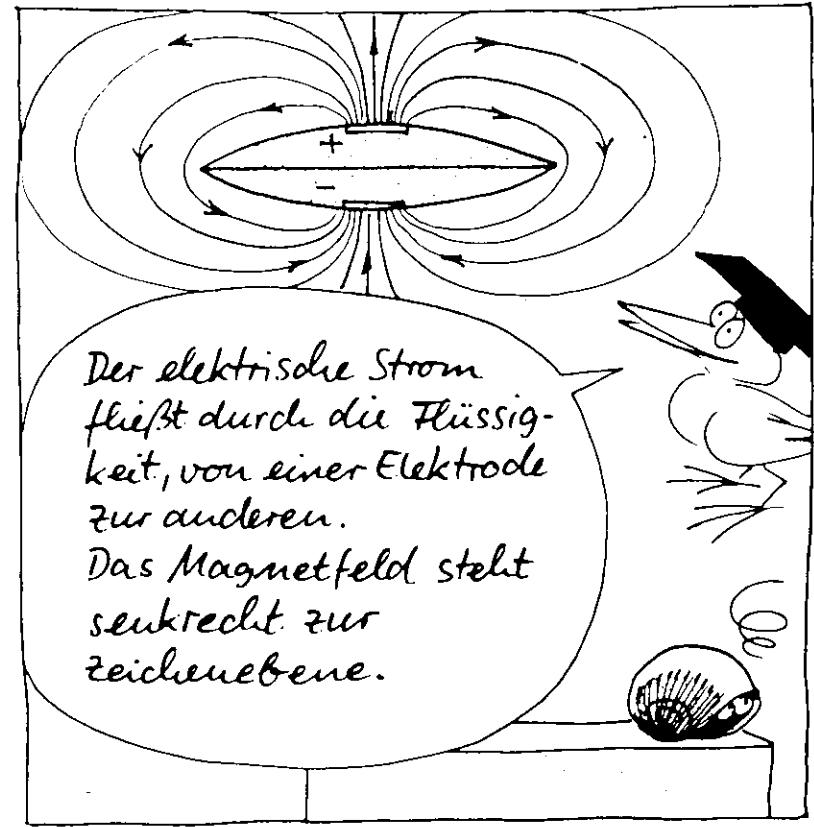






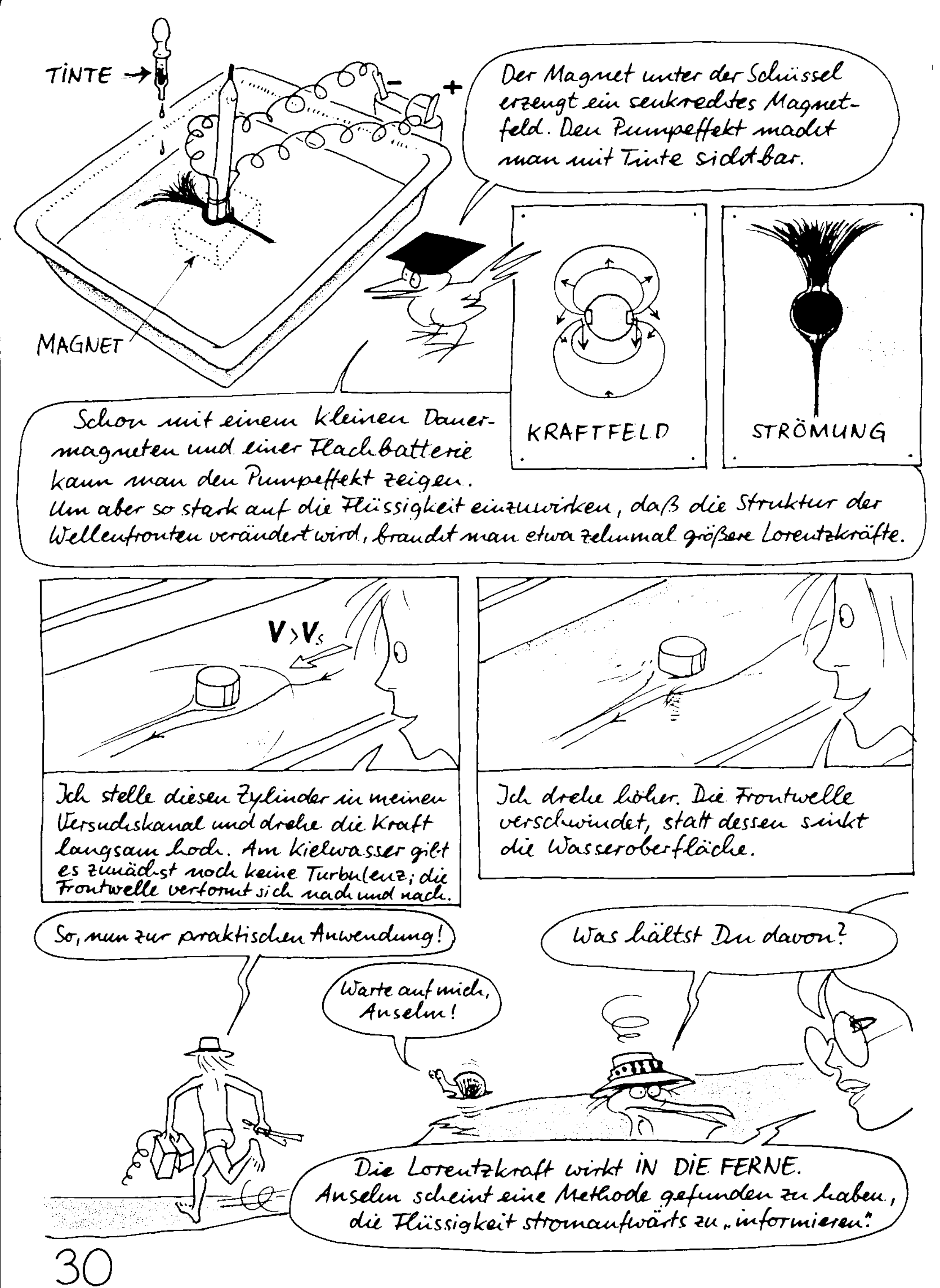
UNTERDRÜCKUNG DER BUGWELLE





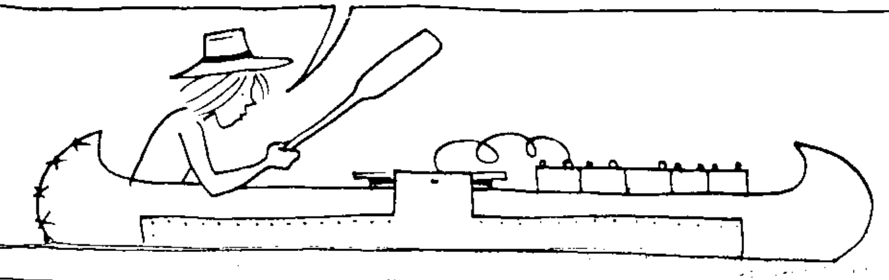

Die Dreifingerregel liefert mir das Kraftfeld, dem die Flüssigkeit ausgesetzt ist.
Heiliger Vektor!
In drei Teufels Namen-Anselm hat die BUGWELLE weggebracht!
WAS?
$V > V_s$
Was der noch alles erfindet!
Ich darf darauf hinweisen, daß die Heckwelle nach wie vor vorhanden ist...
Das ist wohl bekannt, nicht wahr?

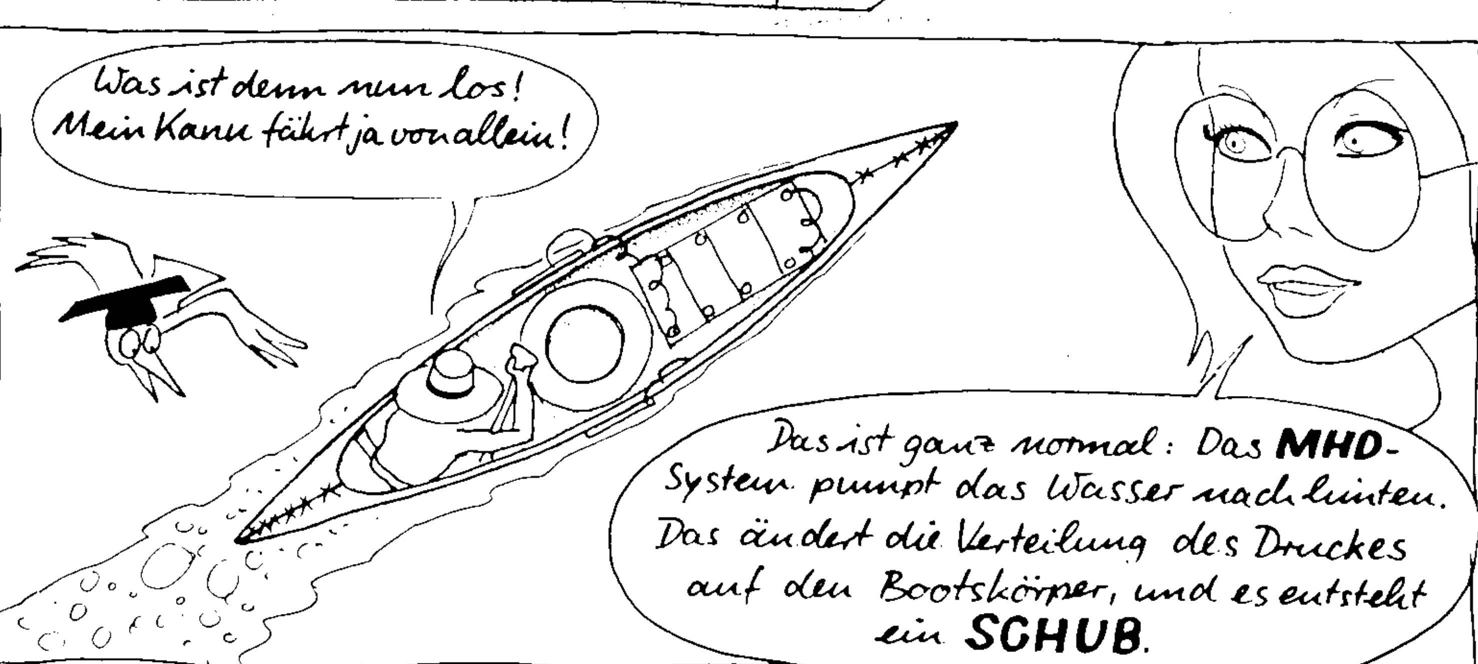

Nein, das ist nicht bekannt! Und ich frage mich, woher er das hat!
Sind Sie denn in der Lage, dies allgemein zu erklären?...
Ich verstehe nichts mehr.
Wenn man in der Wissenschaft etwas allgemein beschreibt, das noch garnicht bekannt ist, wissen Sie, wie man das nennt?
Das nennt man WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG.
Sehen Sie, ich hatte doch recht.
Ach!
$V > V_s$
Also von einem breiteren Gegenstand löst sich die Frontwelle ab.
EIN MHD-GENERATOR ZUM SELBSTBAUEN
Im Grenzfall könnte der Gegenstand einfach ein Zylinder sein.
$V > V_s$
Ich befestige einfach zwei Kupferelektroden an einem Bleistift.
In einer Schüssel mit Salzwasser, unter der sich ein Magnet befindet, kann man den Pumpeffekt der Lorentzkraft sichtbar machen.


TINTE
MAGNET
Der Magnet unter der Schüssel erzeugt ein senkrechtes Magnetfeld. Den Pumpeffekt macht man mit Tinte sichtbar.
KRAFTFELD
STRÖMUNG
Schon mit einem kleinen Dauermagneten und einer Flachbatterie kann man den Pumpeffekt zeigen.
Um aber so stark auf die Flüssigkeit einzuwirken, daß die Struktur der Wellenfronten verändert wird, braucht man etwa zehnmal größere Lorentzkräfte.
$V > V_s$
Ich stelle diesen Zylinder in meinen Versuchskanal und drehe die Kraft langsam hoch. Am Kielwasser gibt es zunächst noch keine Turbulenz; die Frontwelle verformt sich nach und nach.
Ich drehe höher. Die Frontwelle verschwindet, statt dessen sinkt die Wasseroberfläche.
So, nun zur praktischen Anwendung!
Was hältst Du davon?
Warte auf mich, Anselm!
Die Lorentzkraft wirkt IN DIE FERNE.
Anselm scheint eine Methode gefunden zu haben, die Flüssigkeit stromaufwärts zu „informieren."


Anselm baut das Kanu um!
Wenn der mal loslegt, ist er nicht mehr zu bremsen...
Woher willst Du das Magnetfeld nehmen?
Verflixt, das hatte ich ganz vergessen.
Ich setze die Spule ins Innere des Bootes.
Nanu, was hast Du denn jetzt für ein B-Feld?
ELEKTRODEN
Ich nutze den Rückzug der Feldlinien aus.
Auch so erhalte ich ein senkrechtes Magnetfeld.

DER MHD-ANTRIEB

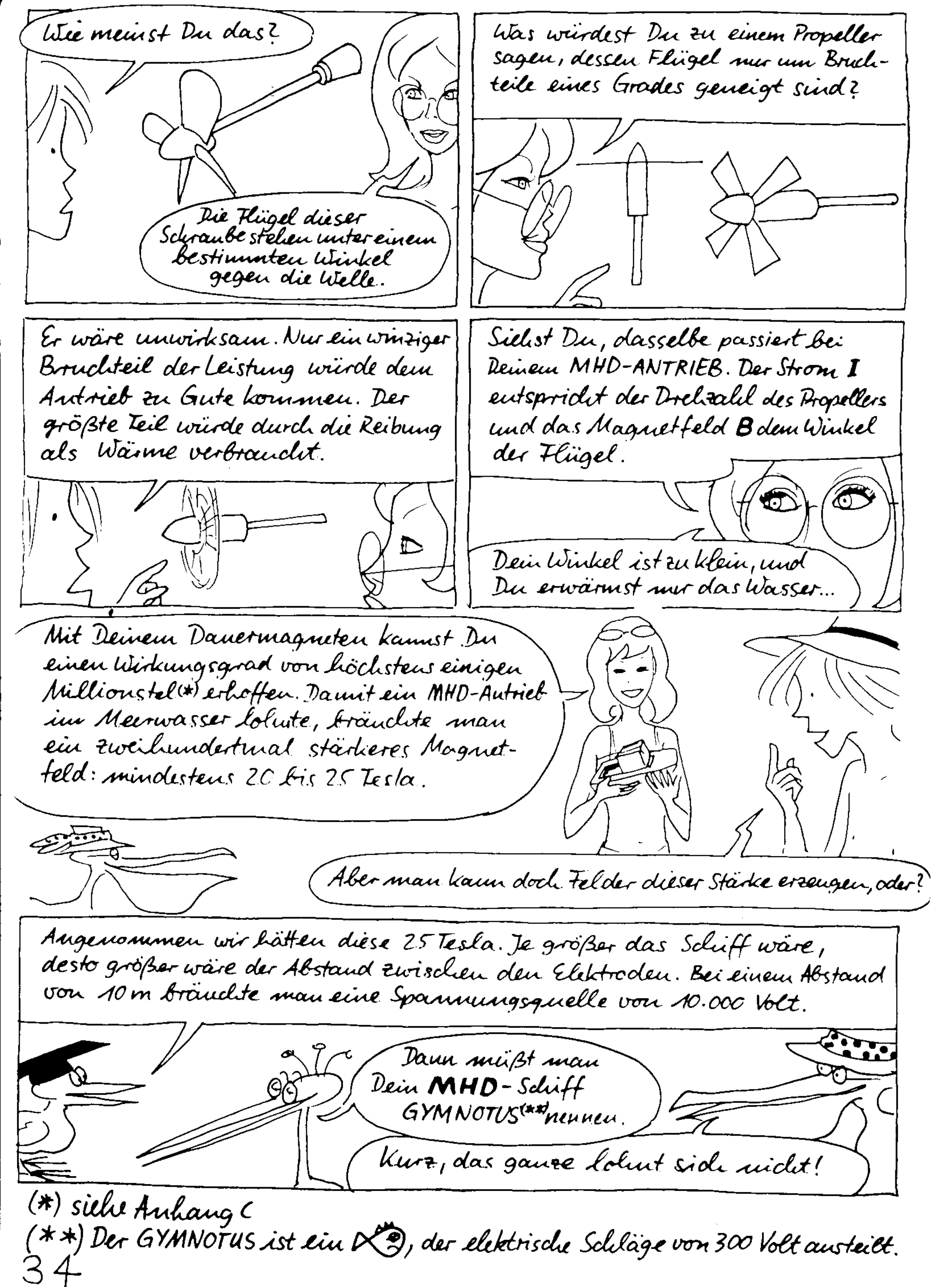






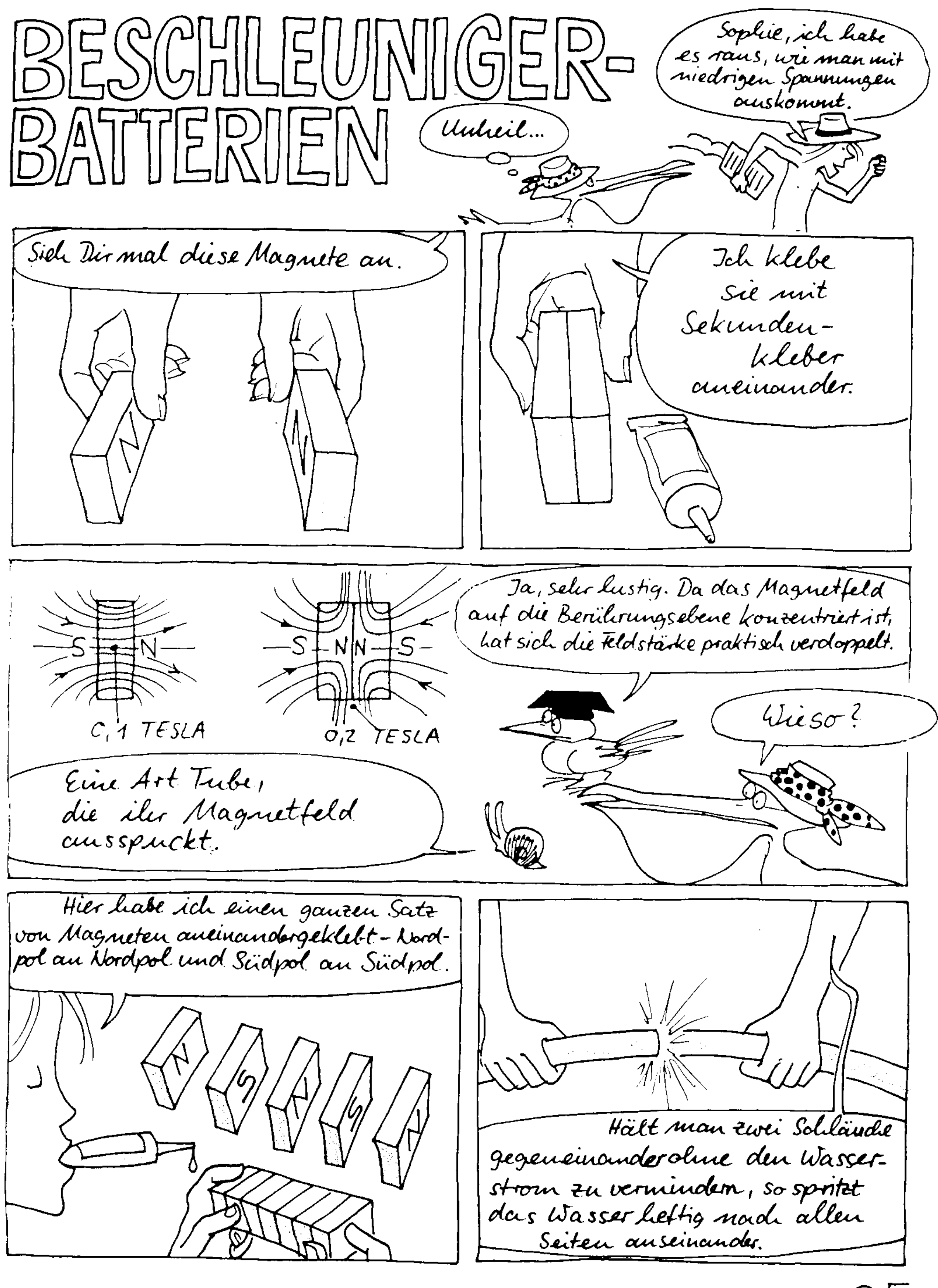


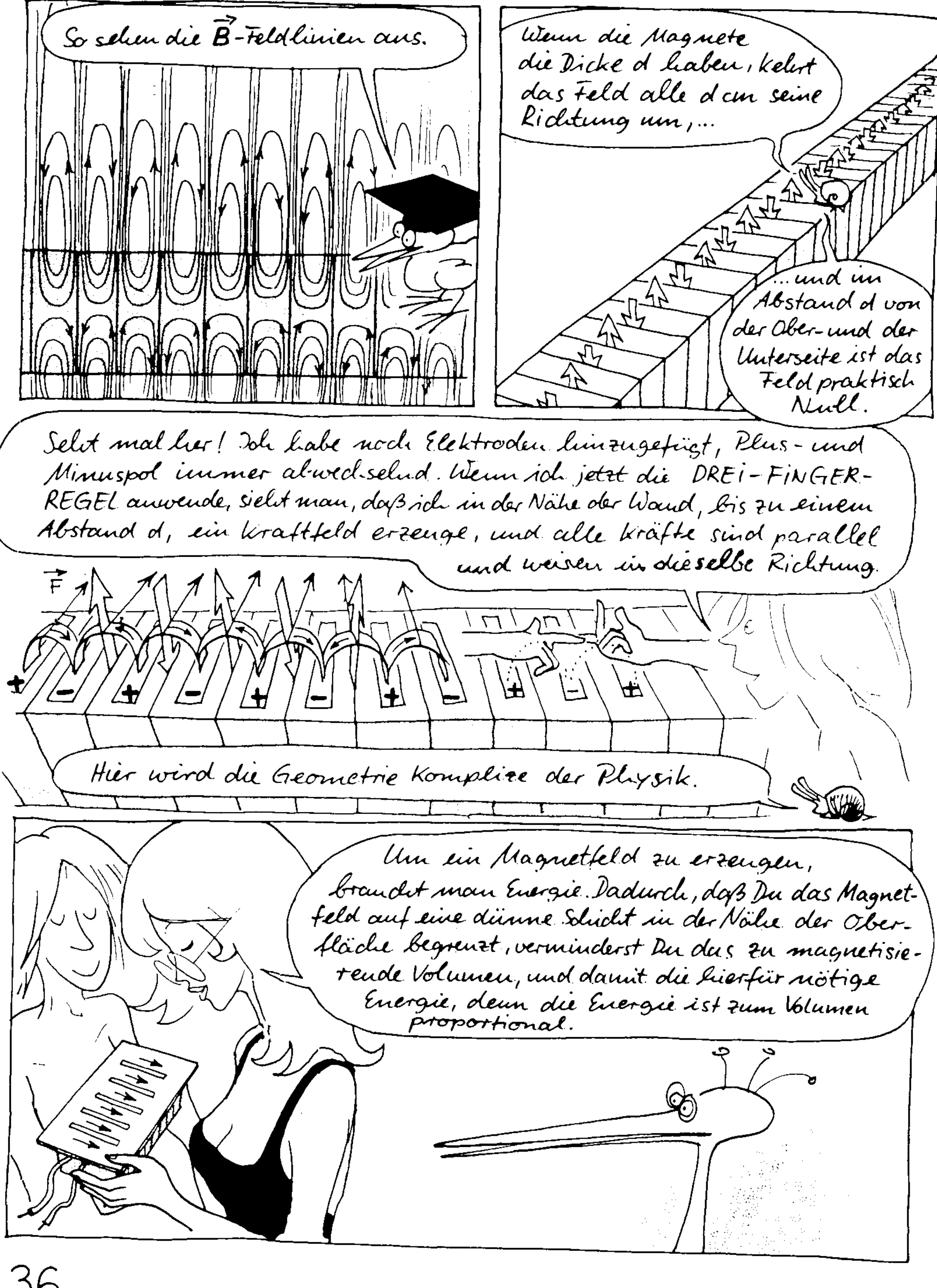
(*) siehe Anhang C



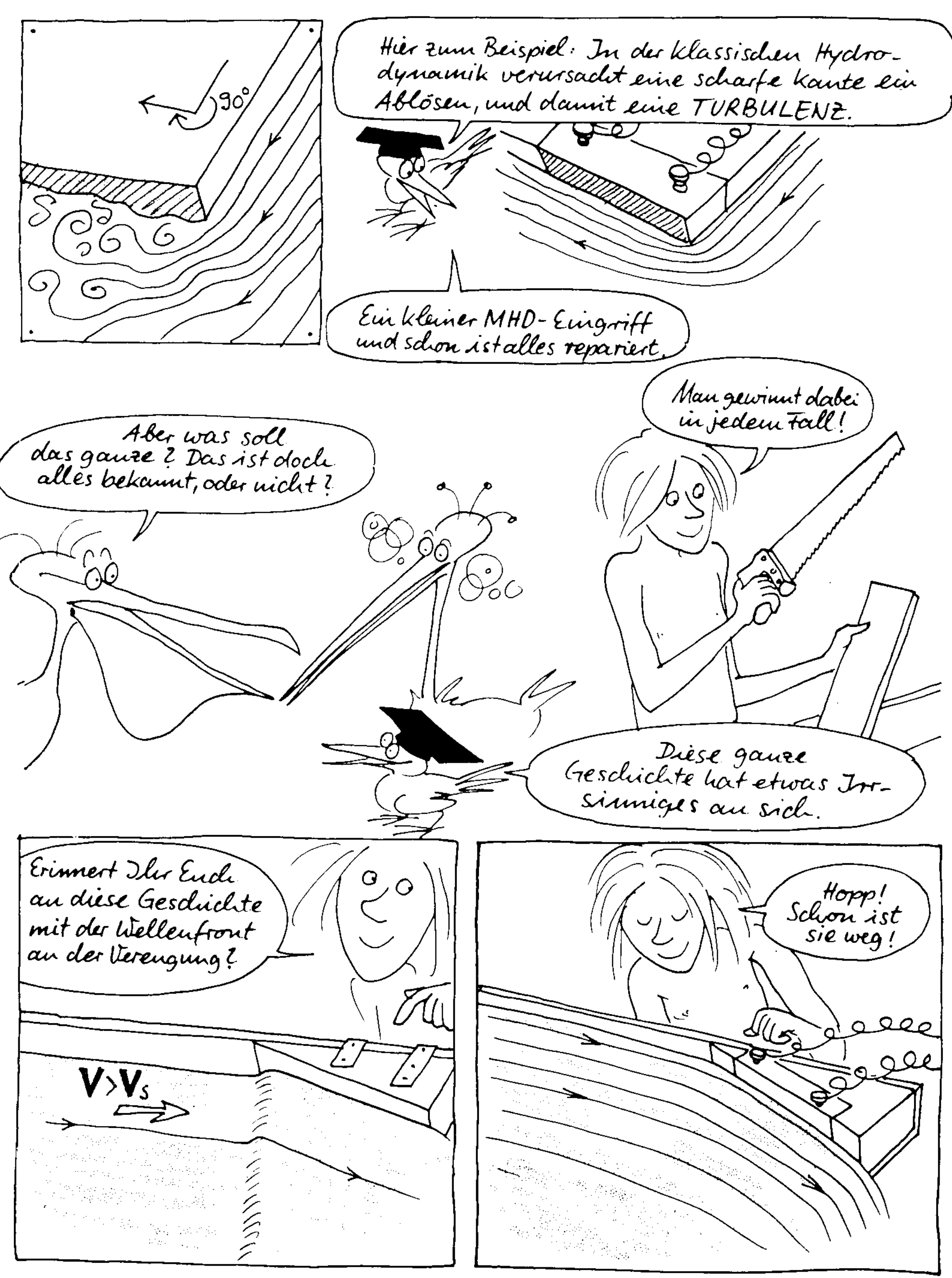
(*) siehe Anhang C

(**) Der GYMNOTUS ist ein [Fisch], der elektrische Schläge von 300 Volt austeilt.


BESCHLEUNIGER-BATTERIEN
Sophie, ich habe es raus, wie man mit niedrigen Spannungen auskommt.
Unheil...
Sieh Dir mal diese Magnete an.
Ich klebe sie mit Sekunden-kleber aneinander.
S N
0,1 TESLA
S NN S
0,2 TESLA
Ja, sehr lustig. Da das Magnetfeld auf die Berührungsebene konzentriert ist, hat sich die Feldstärke praktisch verdoppelt.
Wieso?
Eine Art Tube, die ihr Magnetfeld ausspuckt.
Hier habe ich einen ganzen Satz von Magneten aneinandergeklebt - Nordpol an Nordpol und Südpol an Südpol.
Hält man zwei Schläuche gegeneinander ohne den Wasserstrom zu vermindern, so spritzt das Wasser heftig nach allen Seiten auseinander.


So sehen die $\vec{B}$-Feldlinien aus.
Wenn die Magnete die Dicke d haben, kehrt das Feld alle d um seine Richtung um, ...
... und im Abstand d von der Ober- und der Unterseite ist das Feld praktisch Null.
Seht mal her! Ich habe noch Elektroden hinzugefügt, Plus- und Minuspol immer abwechselnd. Wenn ich jetzt die DREI-FINGER-REGEL anwende, sieht man, daß ich in der Nähe der Wand, bis zu einem Abstand d, ein Kraftfeld erzeuge, und alle Kräfte sind parallel und weisen in dieselbe Richtung.
$\vec{F}$
Hier wird die Geometrie Komplize der Physik.
Um ein Magnetfeld zu erzeugen, braucht man Energie. Dadurch, daß Du das Magnetfeld auf eine dünne Schicht in der Nähe der Oberfläche begrenzt, verminderst Du das zu magnetisierende Volumen, und damit die hierfür nötige Energie, denn die Energie ist zum Volumen proportional.


Ich kann die Magnete natürlich auch durch Spulen ersetzen.
F
B
Hier ein einfaches Zwei-Elektroden-System.
EINE NEUE HYDRODYNAMIK
Sobald man eine Flüssigkeit veranlaßt, etwas zu tun, was ihr nicht gefällt, reagiert sie. Bei einer zu abrupten Umleitung zum Beispiel löst sie sich ab.
Und wenn Du einen Gegenstand in der Flüssigkeit zu schnell bewegst, so daß diese sich nicht „auf seinen Empfang vorbereiten" kann, bilden sich Wellenfronten.
So war es wenigstens, solange man die Flüssigkeit machen ließ, was sie wollte. Das alles wird durch die Magnetohydrodynamik total verändert.



90°
Hier zum Beispiel: In der klassischen Hydrodynamik verursacht eine scharfe Kante ein Ablösen, und damit eine TURBULENZ.
Ein kleiner MHD-Eingriff und schon ist alles repariert.
Aber was soll das ganze? Das ist doch alles bekannt, oder nicht?
Man gewinnt dabei in jedem Fall!
Diese ganze Geschichte hat etwas Irrsinniges an sich.
Erinnert Ihr Euch an diese Geschichte mit der Wellenfront an der Verengung?
V>Vs
Hopp! Schon ist sie weg!

Seht Ihr, es scheint möglich zu sein, Strömungen zu zähmen. Dort wo die Flüssigkeit langsamer werden will, beschleunigt man, und wo sie verrückt spielt, bremst man.

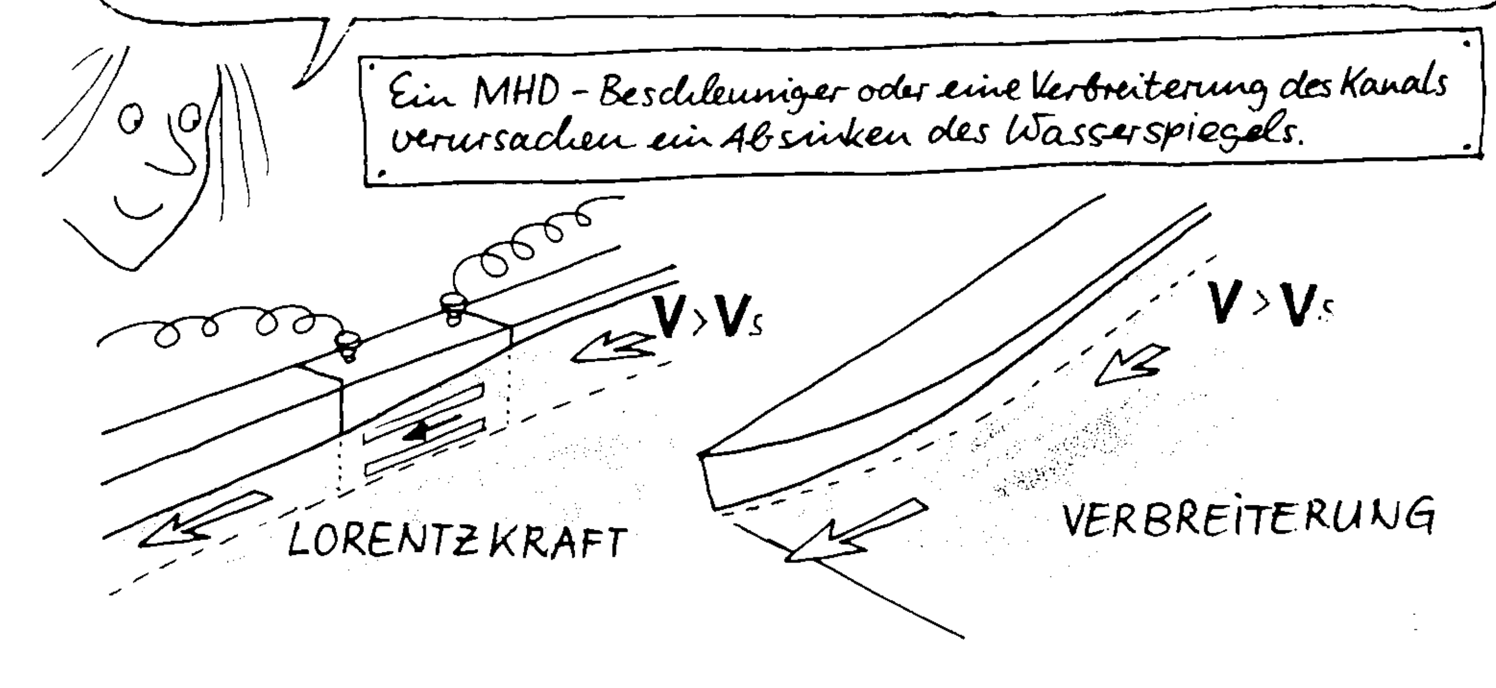
Nichts zu finden...

Schluck!

NAVIER & STOKES HYDRO DYNAMIK

BUGWELLEN–HECKWELLEN

Warte doch, Leo, Du wirst schon noch verstehen. Du nimmst mir doch ab, daß die Änderung der Richtung einer Wand eine Erhöhung oder eine Absenkung des Wasserspiegels bewirkt, falls **V** größer als **Vs** ist. Nun sieh mal her: Das MHD-System hat ABSOLUT DIESELBE WIRKUNG.





Ein MHD-Verzögerer oder eine Verengung verursachen ein Ansteigen des Wasserspiegels.
LORENTZ-KRAFT
V>Vs
V>Vs
VERENGUNG
WELLENFRONT
WELLENFRONT
Man kann also erreichen, das sich das „natürliche" Ansteigen und Absinken, das durch die Form der Wände verursacht wird, und das „künstliche", durch die Lorentzkraft hervorgerufene gerade ausgleichen.
Um die Strömung um den Schiffsrumpf herum zu beruhigen, muß man die Veränderungen der Wasserspiegelhöhe so weit wie möglich ausgleichen. Wo sich eine Wellenfront bilden will, beschleunige ich, und um ein zu starkes Absinken zu vermeiden bremse ich.
Dies ist schlicht und einfach eine Anwendung meines Prinzips: VERLASSEN SIE DIE FLÜSSIGKEIT SO, WIE SIE SIE VORGEFUNDEN HABEN.
Ich habe es auf Seite 28 geschafft, die Bugwelle zu unterdrücken. Die Heckwelle dagegen war geblieben. Sie ist sogar stärker geworden.
Die Heckwelle hat ihre Existenzberechtigung erst richtig erhalten, weil Du durch Dein Beschleunigen den Wasserspiegel so stark gesenkt hast.

Du hast recht. Das Entscheidende ist wohl, den Wasserspiegel konstant zu halten; auf der Höhe des normalen Flüssigkeitsniveaus. Zu diesem Zweck installiere ich eine ganze Reihe Elektroden, je nach Bedarf zur Beschleunigung oder Verzögerung.

Das ist die Anwendung des Prinzips von Tiresias.

Ja, ja, wenn Du es irgendwie schaffst, das Wasser so zu lassen, wie es vorher war, brauchen wir keine Heckwelle mehr.



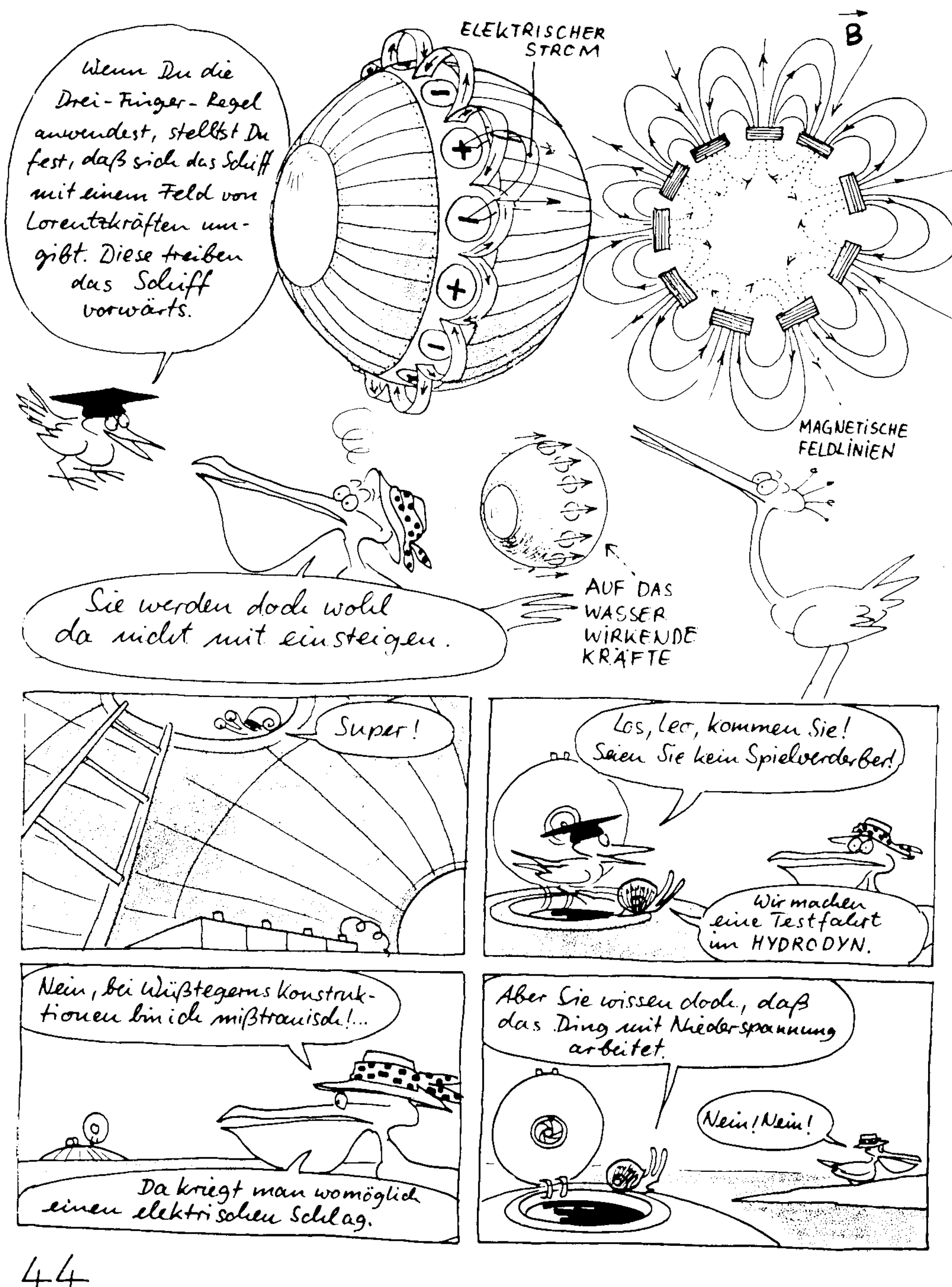
Da bin ich anderer Meinung. Ich finde man sollte Anselms Idee weiterverfolgen, vor allem die Beschleunigerbatterie. Ein Schiff zieht eine Wirbelstraße wie einen Schweif hinter sich her, verursacht durch die Reibung zwischen Wasser und Schiffrumpf. Wellenfronten verändern die Verteilung des Druckes auf den Schiffsrumpf, und damit zieht das Schiff außerdem einen WELLENSCHWEIF hinter sich her, der mit zunehmender Geschwindigkeit sehr schnell wächst. Vor allem dieser Wellenschweif begrenzt die Geschwindigkeit des Schiffes.

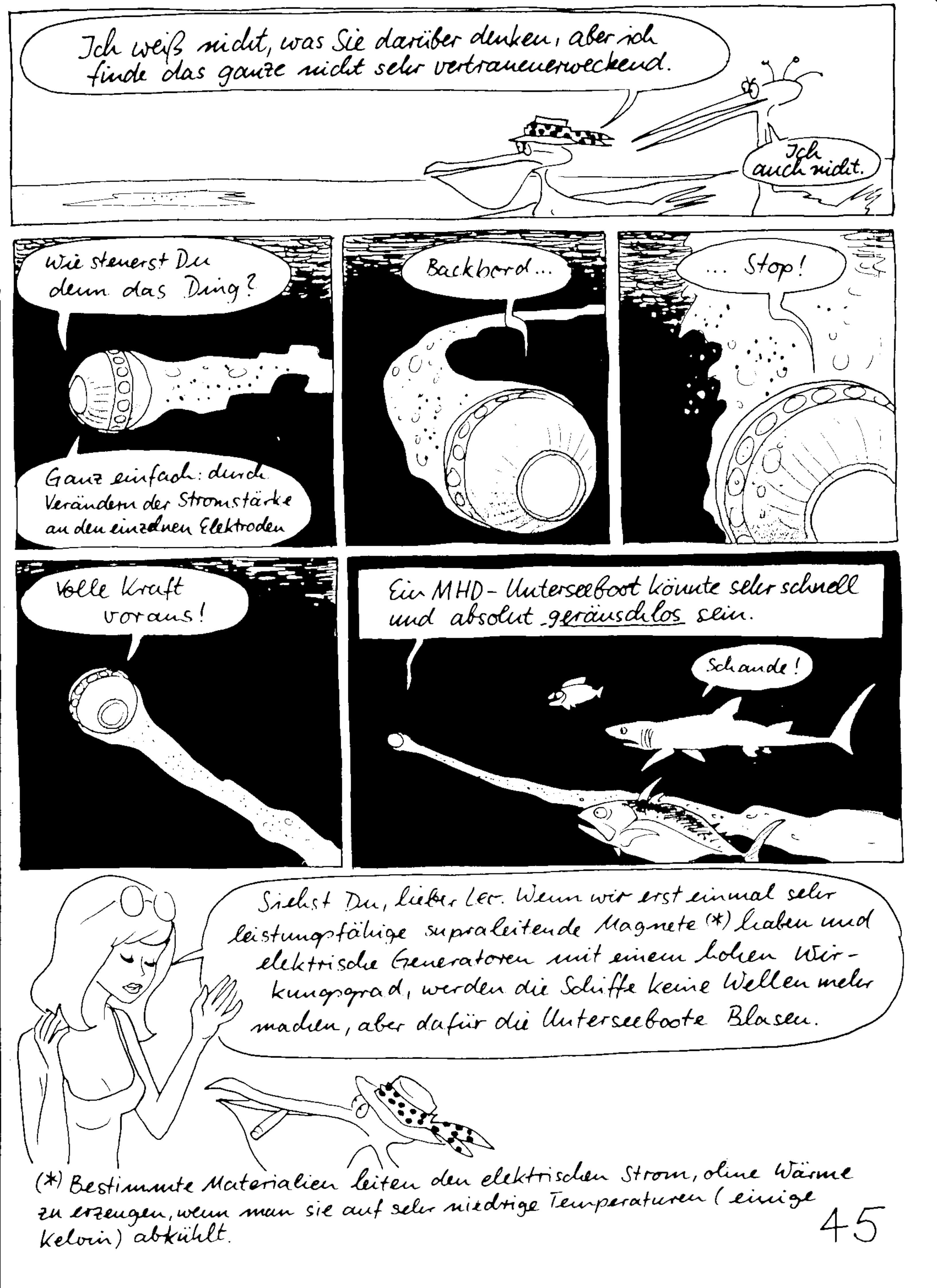


(*) siehe Anhang B

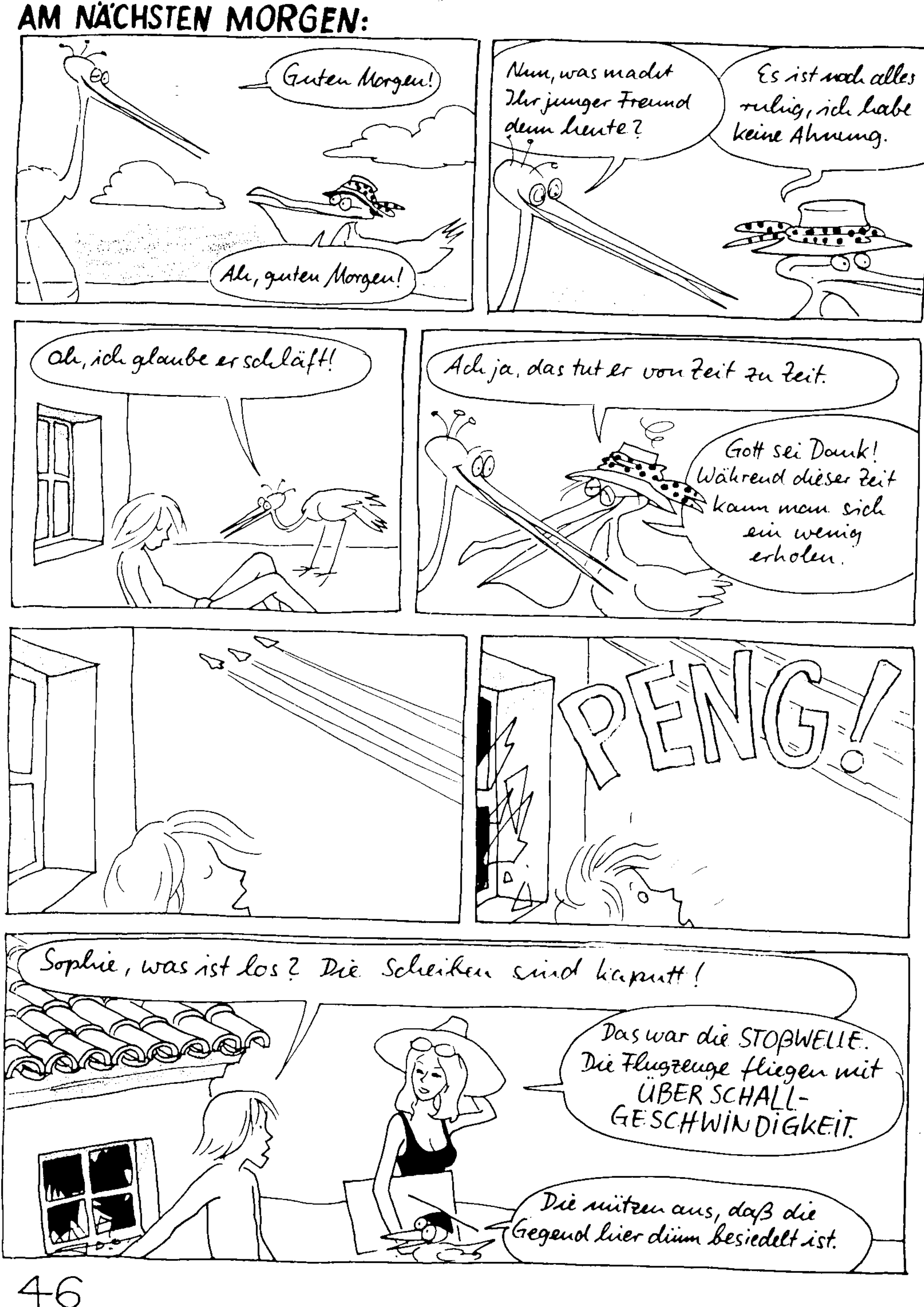
EIN UNTERSEEBOOT OHNE SCHRAUBE




Wenn Du die Drei-Finger-Regel anwendest, stellst Du fest, daß sich das Schiff mit einem Feld von Lorentzkräften umgibt. Diese treiben das Schiff vorwärts.
ELEKTRISCHER STROM
B
MAGNETISCHE FELDLINIEN
Sie werden doch wohl da nicht mit einsteigen.
AUF DAS WASSER WIRKENDE KRÄFTE
Super!
Los, Leo, kommen Sie! Seien Sie kein Spielverderber!
Wir machen eine Testfahrt im HYDRODYN.
Nein, bei Wißtegerns Konstruktionen bin ich mißtrauisch!...
Da kriegt man womöglich einen elektrischen Schlag.
Aber Sie wissen doch, daß das Ding mit Niederspannung arbeitet.
Nein! Nein!



Ich weiß nicht, was Sie darüber denken, aber ich finde das ganze nicht sehr vertrauenerweckend.
Ich auch nicht.
Wie steuerst Du denn das Ding?
Ganz einfach: durch Verändern der Stromstärke an den einzelnen Elektroden
Backbord...
... Stop!
Volle Kraft voraus!
Ein MHD-Unterseeboot könnte sehr schnell und absolut geräuschlos sein.
Schande!
Siehst Du, lieber Leo. Wenn wir erst einmal sehr leistungsfähige supraleitende Magnete (*) haben und elektrische Generatoren mit einem hohen Wirkungsgrad, werden die Schiffe keine Wellen mehr machen, aber dafür die Unterseeboote Blasen.
(*) Bestimmte Materialien leiten den elektrischen Strom, ohne Wärme zu erzeugen, wenn man sie auf sehr niedrige Temperaturen (einige Kelvin) abkühlt.


AM NÄCHSTEN MORGEN:
Guten Morgen!
Ah, guten Morgen!
Nun, was macht Ihr junger Freund denn heute?
Es ist noch alles ruhig, ich habe keine Ahnung.
Oh, ich glaube er schläft!
Ach ja, das tut er von Zeit zu Zeit.
Gott sei Dank! Während dieser Zeit kann man sich ein wenig erholen.
PENG!
Sophie, was ist los? Die Scheiben sind kaputt!
Das war die STOßWELLE. Die Flugzeuge fliegen mit ÜBER SCHALL-GESCHWINDIGKEIT.
Die nützen aus, daß die Gegend hier dünn besiedelt ist.

ÜBERSCHALL-STRÖMUNGEN

– Diese STOSSWELLE ähnelt der BUGWELLE, die Deinen Landesteg zerstört hat.
– Du meinst... Flugzeuge ... machen Wellen?
– In gewisser Weise, ja. Aber statt Oberflächenwellen erzeugen sie SCHALLWELLEN, die sich mit SCHALLGESCHWINDIGKEIT (V_s)(*) ausbreiten.
Bewegt sich ein Schiff mit einer Geschwindigkeit V, die größer ist als V_s, erzeugt es eine WELLENFRONT.
Wenn sich ein Flugzeug mit einer Geschwindigkeit V bewegt, die größer als die Schallgeschwindigkeit V_s ist, erzeugt es eine STOSSWELLE.
– Aber wie denn? Es gibt doch hier keine freie Oberfläche.
– Hier spielt die DICHTE des Gases die Rolle der Höhe des Wasserspiegels. Die Oberflächenwellen versuchten, das Wasserniveau konstant zu halten. Die SCHALLWELLEN versuchen, die DICHTE KONSTANT zu halten. Die Stoßwellen sind Fronten, in denen Dichte, Druck und Temperatur erhöht sind.

Wir können die Moleküle mit diesen Männchen vergleichen. Ihre Augen sind verbunden und sie laufen mit einer Geschwindigkeit V_s völlig ungeordnet auf einem Platz umher. Dabei rennen sie ständig gegeneinander (Stöße zwischen Molekülen). Ein Gegenstand, der in ein Gas eindringt ist vergleichbar mit diesem Autobus, der mit der Geschwindigkeit V in die Menschenmenge eindringt. Ist $V < V_s$, kann die Information „stromaufwärts" gelangen, und die Männer werden vor der Ankunft des Fahrzeuges gewarnt, bevor dieses bei ihnen eingetroffen ist. Sie können ihm ausweichen. Dies ist das Bild einer Unterschallströmung.

(*) Siehe Anselm Wißbegiers Abenteuer „Warum kann ich nicht fliegen?"

WAS PASSIERT ABER, WENN $V > V_s$ IST ?

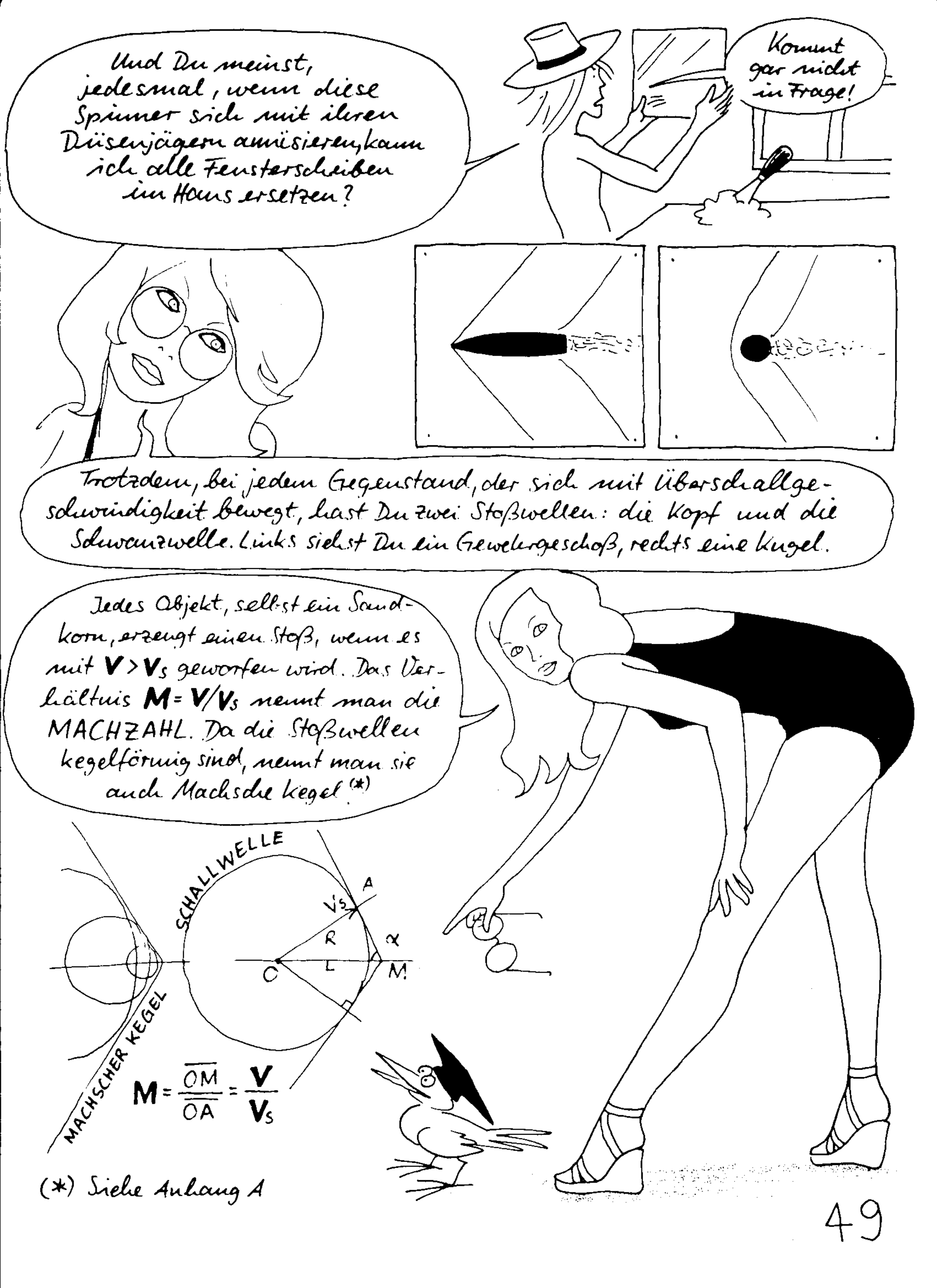


Die Männer, d.h. die Moleküle, können dem Gegenstand nicht mehr ausweichen, um die Dichte konstant zu halten, bevor er bei ihnen eingetroffen ist. Das Gas wird sich daher vor dem Gegenstand ansammeln, es bildet eine Art Wulst, seine Dichte steigt hier schlagartig an.



$V > V_s$

Man nennt diese Erscheinung eine STOẞWELLE. Anstelle der Oberflächenwellen stehen jetzt die Schallwellen. Sonst ist aber alles genauso wie mit der Bugwelle. Es bildet sich eine Front, in der Dichte, Druck und Temperatur erhöht sind. Die Stoßwelle entsteht, sobald die Geschwindigkeit V größer als die Schallgeschwindigkeit V_s ist.



(*) Siehe Anhang A

Sagt mal, die Strömungen von Flüssigkeiten mit einer freien Oberfläche sehen den Überschallströmungen von Gasen aber sehr ähnlich.

MACH 1,5

MACH 5

Zwischen den beiden Weltkriegen gab es noch keine Computer. Daher simulierte man die Form der Stoßwellen in Wasserbecken.

Großartig! Ein hydromechanischer Analogrechner!

Auch zwischen den mathematischen Gleichungen, die die beiden Systeme beschreiben, besteht eine große Ähnlichkeit. In ihnen entspricht die Höhe des Wasserniveaus der Dichte des Gases.

Um das alles zu untersuchen, müßte man ein ÜBERSCHALLGEBLÄSE bauen.

Das wird lustig!

Das machst Du aber hoffentlich diesmal nicht in der Küche.

Ein Gebläse, ... das ist schon komplizierter.

Man braucht große Kompressoren und viel Energie!

Einen Haufen Geld, wie für den neuen Beschleuniger bei CERN.

DIE SCHALLMAUER
DIE HITZEMAUER

Mit einem Überschallgebläse könnte man tatsächlich eine Reihe interessanter Erscheinungen sichtbar machen. So ist der Durchbruch durch die <u>Schallmauer</u> ($V = V_s$) begleitet von einer Zunahme des Strömungswiderstandes. Zum Wirbelschweif kommt nämlich jetzt der Wellenschweif hinzu.

Wie meinen Sie das?

ÜBERDRUCK

UNTERDRUCK

$V > V_s$

In der Hydrodynamik verändert das Auftreten von Wellenfronten die Verteilung des Druckes auf den Schiffsrumpf und zwar so, daß das Schiff gebremst wird. In der Überschall Aerodynamik ist es genauso.

Das macht Lärm (Schallwellen), ist zu nichts nutze und frißt Energie (*)



Trotz ihrer schlanken Form, durch die dieser Wellenzug möglichst klein gehalten werden soll, verbraucht die <u>Concorde</u> 40% ihrer Energie zur Erzeugung der Stoßwelle.

(*) Siehe Anhang D

Wenn man eine bewohnte Gegend in geringer Höhe mit MACH 5 oder 6 überfliegt, zerstört die Stoßwelle sogar die Dächer.



Genauso wie die Bugwelle den Landesteg zerstört hat.

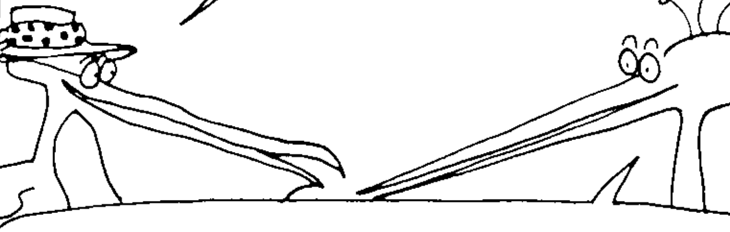
In einer Stoßwelle steigen Dichte und Druck schlagartig an – aber auch die TEMPERATUR. Die ABSOLUTE TEMPERATUR ist ein Maß für die kinetische Energie $1/2\ m v^2$ der Wimmelbewegung der Moleküle. Wenn nun das Gas mit der Geschwindigkeit **V** auf einen Gegenstand „fällt", so wird der Staupunkt **A** seine ganze kinetische Energie zu kinetischer Energie der Wimmelbewegung. Daher ändert sich die Temperatur im Punkt **A** mit dem Quadrat der Geschwindigkeit **V**.

A

Wo sind meine Schuhe, schnell!

Die Erscheinung, daß sich die Nase eines Flugzeugs erhitzt, macht sich unter Mach 2 nur wenig bemerkbar. Darüber stellt diese HITZEMAUER eine wesentliche Beeinträchtigung dar.

Bei gegebener Geschwindigkeit ist die Erhitzung um so größer, je dichter die Luft ist.



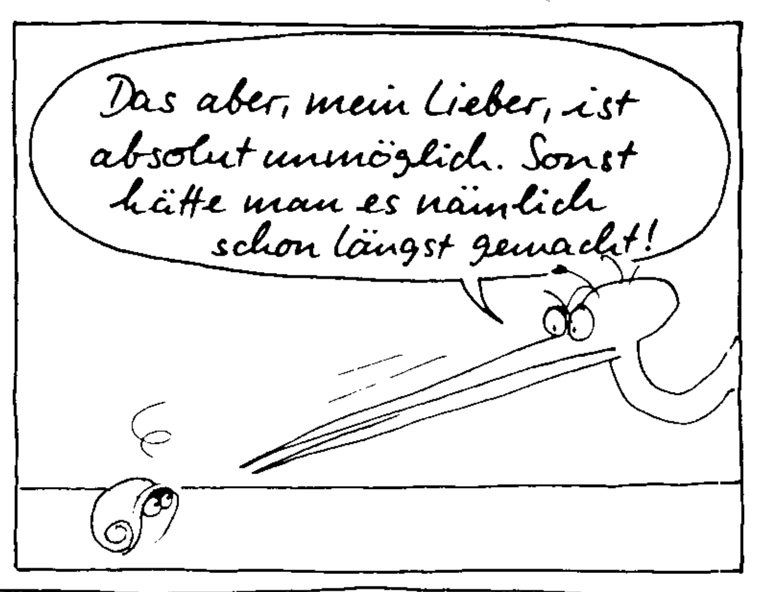
Woraus folgt, daß man in geringer Höhe nicht mit Mach 5 fliegen kann!



Mach 2 scheint allerdings möglich zu sein, wie man sieht...! Könnte man nicht Überschallflugzeuge erfinden, die keine Fensterscheiben kaputtmachen?

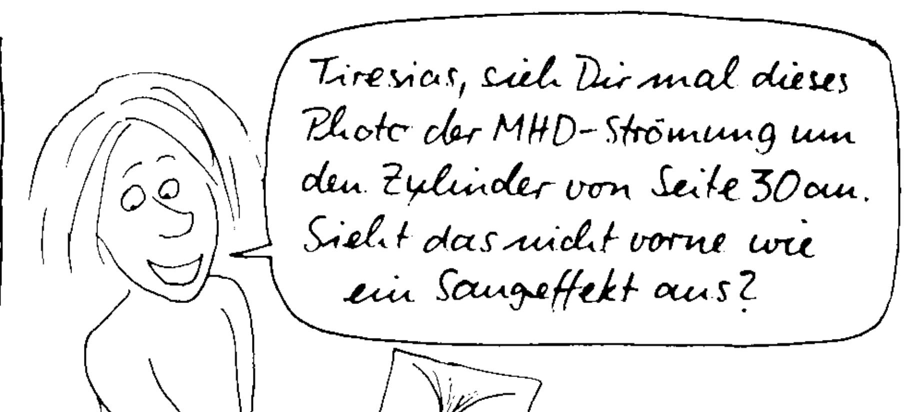



Das müßten Maschinen sein, die keine Stoßwellen erzeugen.

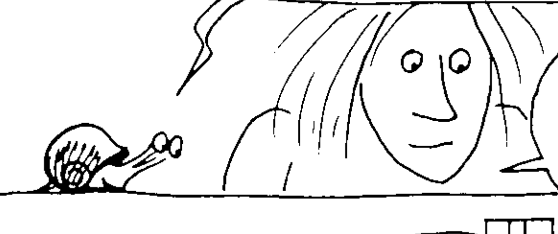

Das aber, mein Lieber, ist absolut unmöglich. Sonst hätte man es nämlich schon längst gemacht!


Mal sehen ... Wenn sich der Stoß bildet... das ist doch dasselbe wie bei der Bugwelle; das liegt daran, daß man nicht mehr auf die Moleküle stromaufwärts einwirken kann, damit sie den Weg freigeben. Sie schieben sich also zusammen und bilden einen Wulst, den man STOßWELLE nennt.


Wenn man mit Hilfe der Lorentzkraft stromaufwärts wirkt, müßte logischerweise das Problem der Stoßwelle in einem ganz neuen Licht erscheinen.


Tiresias, sieh Dir mal dieses Photo der MHD-Strömung um den Zylinder von Seite 30 an. Sieht das nicht vorne wie ein Saugeffekt aus?


Blödsinn...

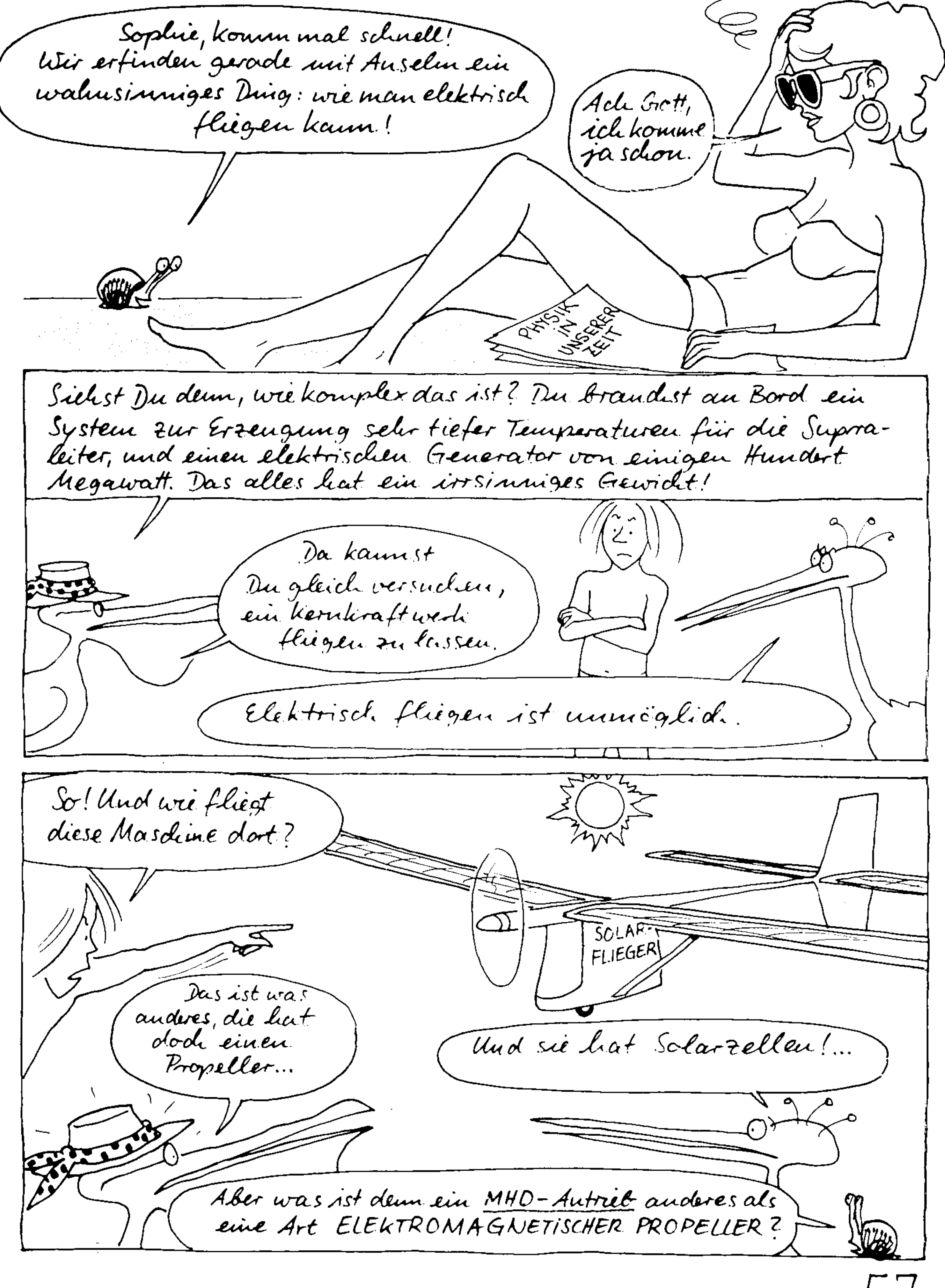

Richtig, in Deinen hydrodynamischen Experimenten hattest Du es geschafft, das Wasser vorne wegzusaugen, so daß ein Unterdruck entstand.
Ich frage mich, wie weit diese Analogie reicht...
V > V_s

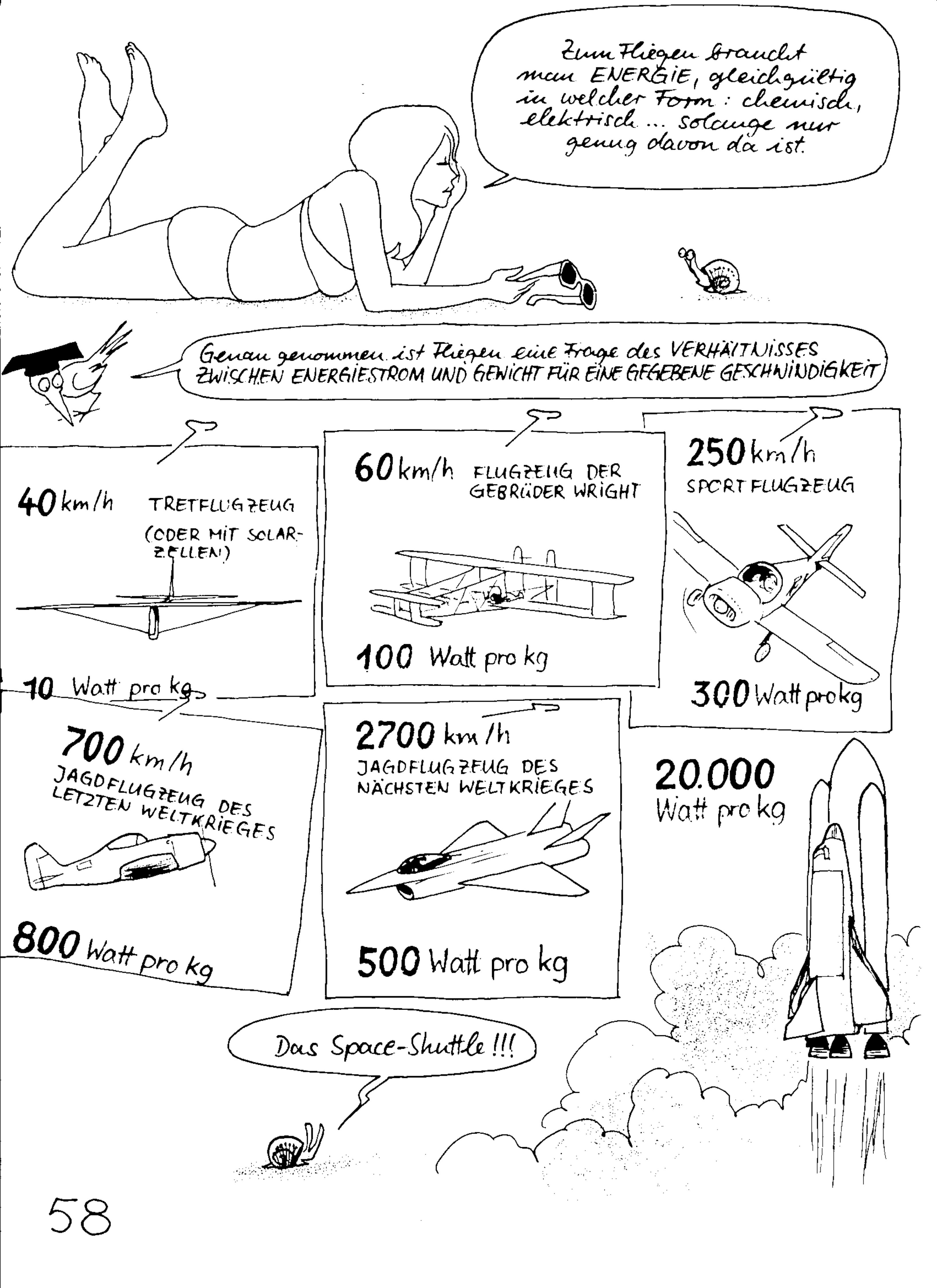

Wenn die hydrodynamische Analogie anwendbar wäre, müßte es drei Arten des Fliegens geben.
Nämlich?
Wie man's auch anstellt: Man muß in jedem Fall die Gasmoleküle veranlassen, sich von oben nach unten zu bewegen.
Erstes System: Ich erzeuge einen Gasstrom mit Hilfe eines Flügelprofils.
Wo ist denn hier ein Flügel? Ich sehe nur zwei gegenläufige Rotoren.
Was bist du dumm! Ein Rotor ist nichts anderes als ein sich drehender Flügel
Ach so...
Auf diese Art kann man die Luft auch von oben nach unten bewegen!


Zweites System: Ein Gas beschleunigen, das man selbst erzeugt.
PSCHHHHHH
Und das dritte System?
Man müßte die LUFT OBEN ANSAUGEN mit Hilfe von Lorentzkräften.
Haben Sie das gehört?
Ah... Anselm und Tiresias zusammen... ein schönes Gespann!
Die fangen an zu spinnen, das kann man wohl sagen!
Und Sophie ist natürlich wieder am Strand!
Ah... Wenigstens bleibt Max noch etwas vernünftig.
Was ist Ihr Problem?
Anselm faßt ins Auge, ich weiß nicht... ich glaube er will elektrisch fliegen.
Ich äußerte bereits vorhin Leo gegenüber, daß das unmöglich ist - daß die Luft den elektrischen Strom nicht leitet.
Luft ist ein NICHTLEITER.



(*) d.h. 10 mal so stark wie ein Türmagnet.


Sophie, komm mal schnell! Wir erfinden gerade mit Anselm ein wahnsinniges Ding: wie man elektrisch fliegen kann!
Ach Gott, ich komme ja schon.
PHYSIK IN UNSERER ZEIT
Siehst Du denn, wie komplex das ist? Du brauchst an Bord ein System zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen für die Supraleiter, und einen elektrischen Generator von einigen Hundert Megawatt. Das alles hat ein irrsinniges Gewicht!
Da kannst Du gleich versuchen, ein Kernkraftwerk fliegen zu lassen.
Elektrisch fliegen ist unmöglich.
So! Und wie fliegt diese Maschine dort?
SOLAR-FLIEGER
Das ist was anderes, die hat doch einen Propeller...
Und sie hat Solarzellen!...
Aber was ist denn ein MHD-Antrieb anderes als eine Art ELEKTROMAGNETISCHER PROPELLER?


Zum Fliegen braucht man ENERGIE, gleichgültig in welcher Form: chemisch, elektrisch ... solange nur genug davon da ist.
Genau genommen ist Fliegen eine Frage des VERHÄLTNISSES ZWISCHEN ENERGIESTROM UND GEWICHT FÜR EINE GEGEBENE GESCHWINDIGKEIT
40 km/h
TRETFLUGZEUG (ODER MIT SOLARZELLEN)
10 Watt pro kg
60 km/h
FLUGZEUG DER GEBRÜDER WRIGHT
100 Watt pro kg
250 km/h
SPORTFLUGZEUG
300 Watt pro kg
700 km/h
JAGDFLUGZEUG DES LETZTEN WELTKRIEGES
800 Watt pro kg
2700 km/h
JAGDFLUGZEUG DES NÄCHSTEN WELTKRIEGES
500 Watt pro kg
20.000 Watt pro kg
Das Space-Shuttle !!!


Verstehe ich das richtig: Wenn ein Kernkraftwerk ein Kilowatt pro Kilogramm produzierte, müßte es sich spontan in die Luft erheben?!
Hundert Tonnen für hundert Megawatt,... unmöglich!
Na, Sophie, was gibts?
Schon ein toller Bursche, der Wißbegier! Es sieht wirklich so aus, als könnte man alles, was man über Flüssigkeitsströmungen herausgebracht hat, auf Gase anwenden: DIE KRITISCHE ENERGIE, DEN MHD-WIRKUNGSGRAD. Da muß doch irgendwo der Wurm drin sein...
Nun?
In dem Experiment auf Seite 43 verursachte eine ZU GROSSE ENERGIEZUFUHR einen STAU.
V>Vs

DER THERMISCHE STAU

Könnte ein analoges Phänomen die MHD-Wirkung in Gasen beeinträchtigen?



Richtig... man kann die Überschallströmung eines Gases mit Hilfe der Wärme stauen: In einer rein elektrischen Entladung (ohne Magnetfeld) verhält sich das heiße Gas wie ein Pfropfen, und es entsteht eine Stoßwelle.

$V > V_s$

STOßWELLE

HEIßES GAS

Also sind Anselms Versuche zum Mißerfolg verurteilt?



Das ist der thermische Stau.

Nicht unbedingt. Das hängt noch von der ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT der Luft ab (die man auf verschiedene Arten beeinflussen kann). Ist sie hinreichend groß(*), so bleibt die Wärmeentwicklung mäßig, und es entsteht kein Stau.

(*) Siehe Anhang E



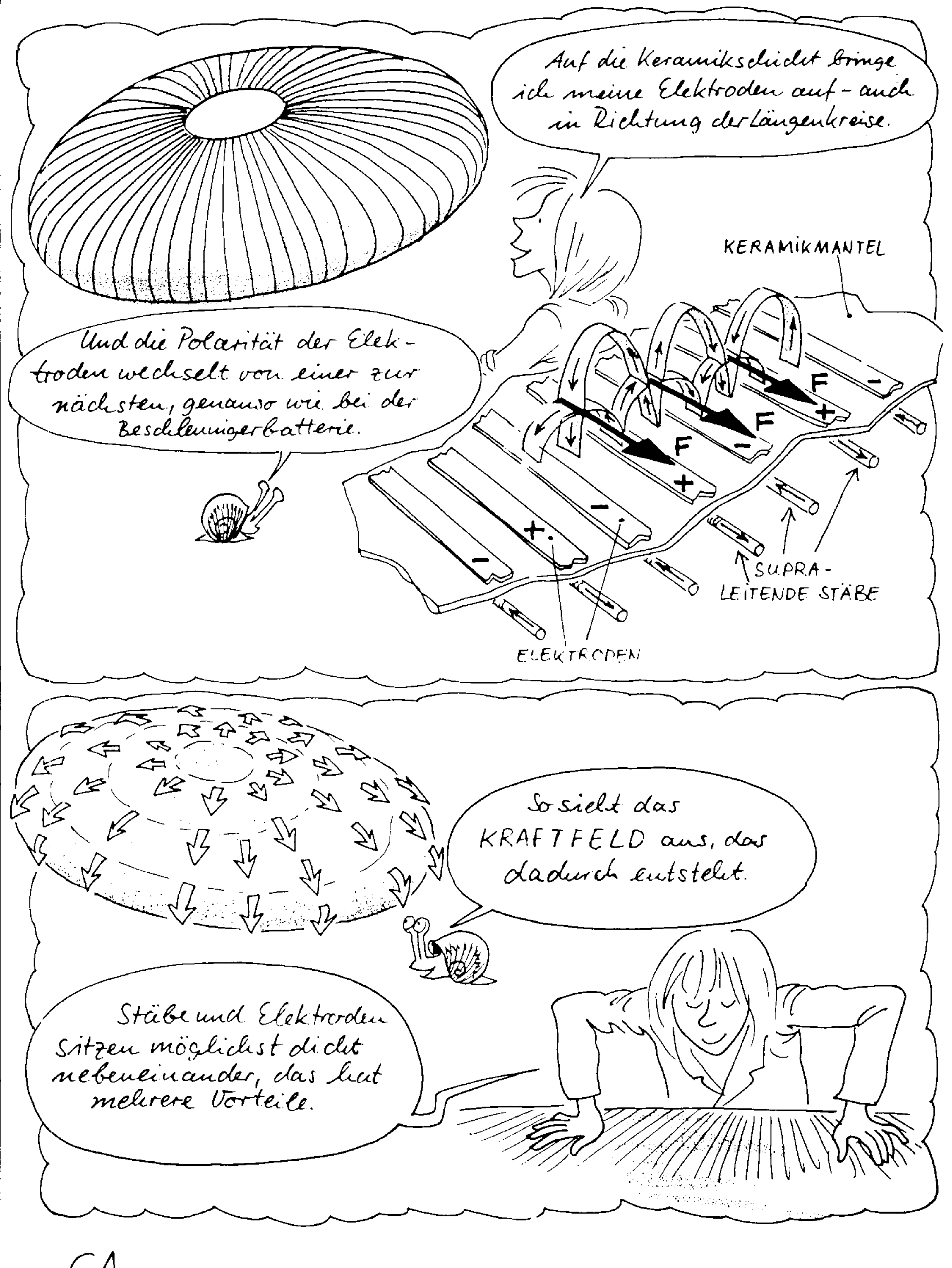
Oh, sehen Sie mal Anselm...
Er ist eingeschlafen.
Das überrascht mich...
Was halten Sie von alledem?
In Anbetracht der Tatsache, daß MHD-Luftschiffe einer Technologie entsprechen, die wir frühestens in 100 Jahren haben werden, kann man sich fragen, ob es der Mühe wert ist, sich jetzt schon mit diesem Problem zu befassen.
Könnte es denn wenigstens grundsätzlich interessant sein?
Ach wissen Sie, das Grundsätzliche...
Pfff... das war ein Tag
Schlaf Dich nur aus, mein Schatz!

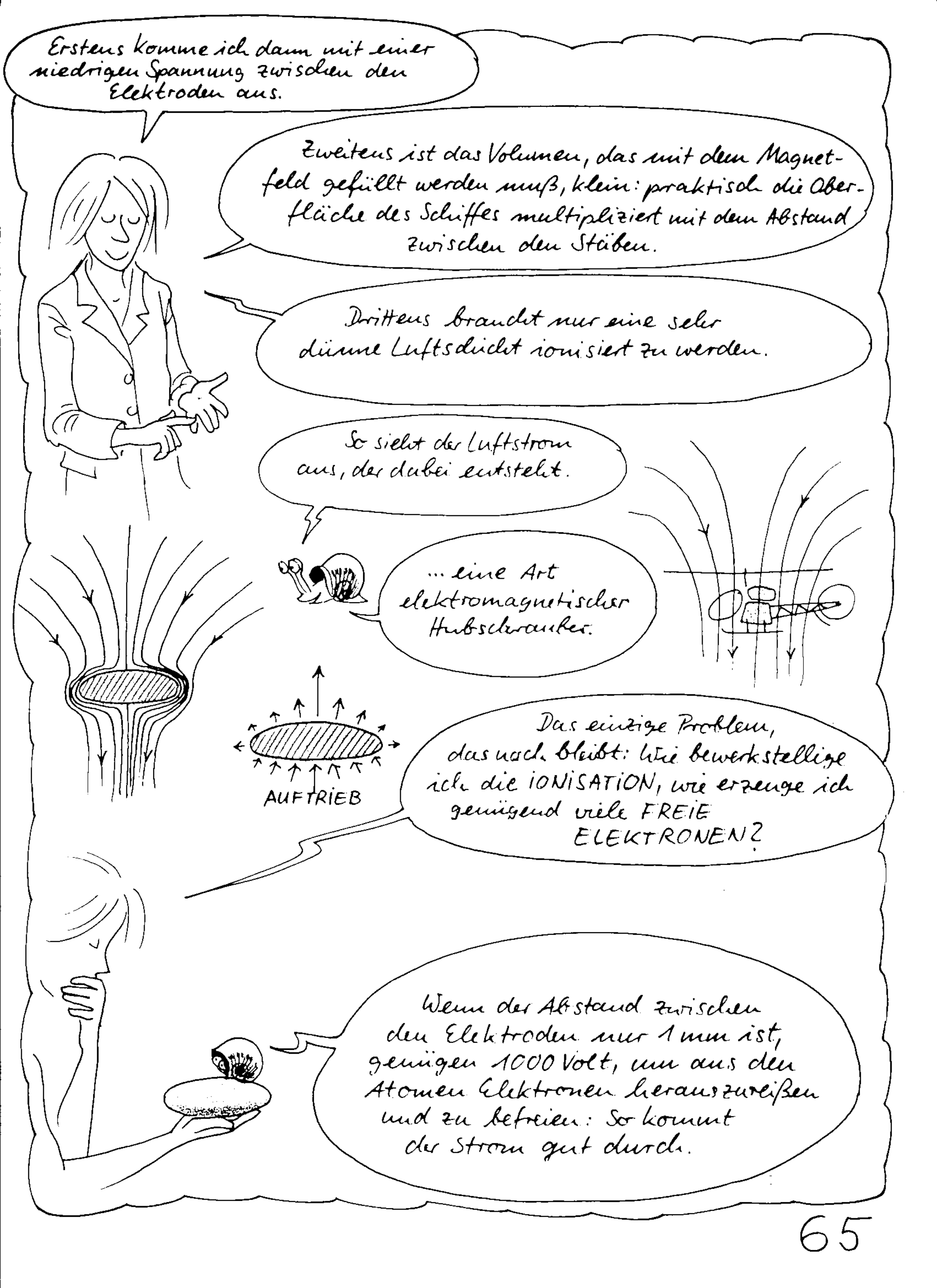
ANSELMS TRAUM





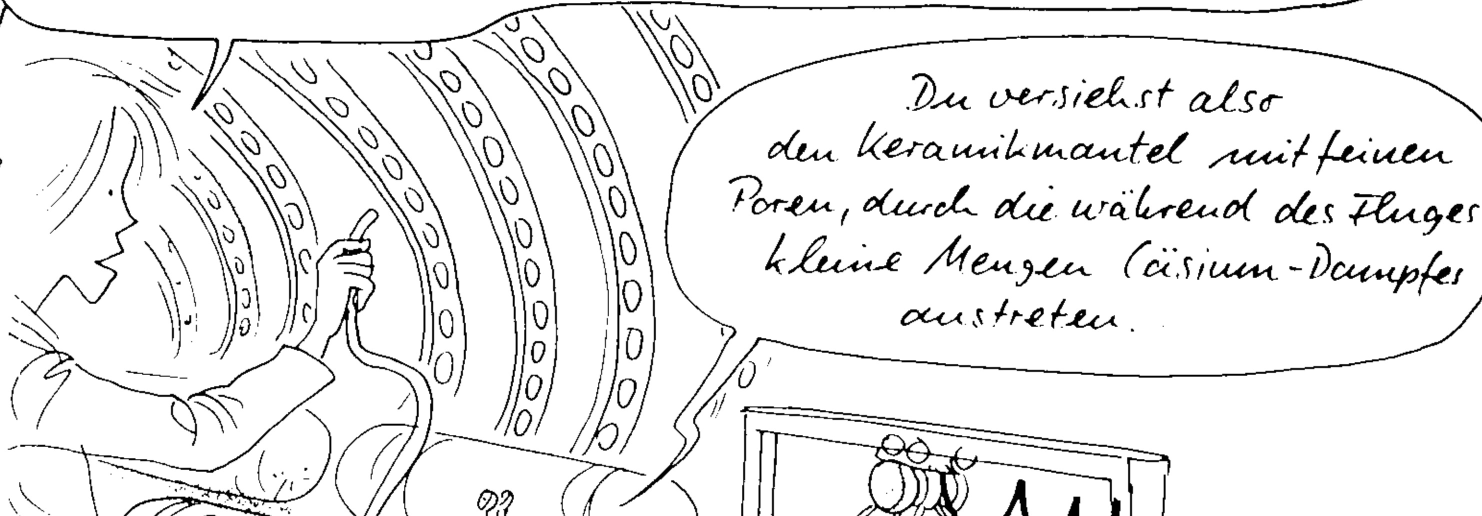
(*) ⊗ Stromrichtung in die Zeichenebene hinein
⊙ Stromrichtung aus der Zeichenebene heraus


Auf die Keramikschicht bringe ich meine Elektroden auf - auch in Richtung der Längenkreise.
KERAMIKMANTEL
Und die Polarität der Elektroden wechselt von einer zur nächsten, genauso wie bei der Beschleunigerbatterie.
F
F
F
+
-
+
-
+
-
+
-
SUPRA-LEITENDE STÄBE
ELEKTRODEN
So sieht das KRAFTFELD aus, das dadurch entsteht.
Stäbe und Elektroden sitzen möglichst dicht nebeneinander, das hat mehrere Vorteile.

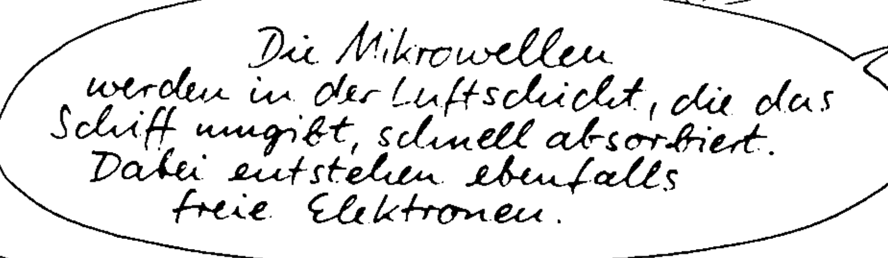

Erstens komme ich dann mit einer niedrigen Spannung zwischen den Elektroden aus.
Zweitens ist das Volumen, das mit dem Magnetfeld gefüllt werden muß, klein: praktisch die Oberfläche des Schiffes multipliziert mit dem Abstand zwischen den Stäben.
Drittens braucht nur eine sehr dünne Luftschicht ionisiert zu werden.
So sieht der Luftstrom aus, der dabei entsteht.
... eine Art elektromagnetischer Hubschrauber.
AUFTRIEB
Das einzige Problem, das noch bleibt: Wie bewerkstellige ich die IONISATION, wie erzeuge ich genügend viele FREIE ELEKTRONEN?
Wenn der Abstand zwischen den Elektroden nur 1 mm ist, genügen 1000 Volt, um aus den Atomen Elektronen herauszureißen und zu befreien: So kommt der Strom gut durch.

DAS IONISATIONS-PROBLEM

Was in der Luft die Ionen liefert, ist weder der Sauerstoff,
noch der Stickstoff, sondern das Stickoxid NO.
Ich will jetzt die Luft einfach mit einem Stoff anreichern,
der leichter Elektronen abgibt:
Cäsium oder Natrium.



Anselm hat noch einen
Mikrowellensender an Bord
installiert.
Dieser erzeugt ein
elektrisches
Wechselfeld
in der angrenzenden
Luft.




PLASMA-SCHICHT
WEG EINES GASMOLEKÜLS
IONISATION
REKOMBINATION (=DEIONISATION) BEGLEITET VON LICHTEMISSIONEN
So, alles ist fertig. Auf der Außenwand sitzen Mikrofernsehkameras, so daß wir hier drin auch sehen können wo wir sind.
Soll ich starten?
Was ist denn nun wieder los?
Ionisation!
Das Ding leuchtet ja... rötlich...
Um Gottes Willen! Leo und sein Freund sind draußen...
Die kriegen unsere Mikrowellen ab!
Am besten, wir verschwinden schnell!
Ich habe das Fahrgestell eingeholt.


Lustig... das Ding läßt sich wie ein Hubschrauber steuern.
!?
Sophie!
Nur veränderst Du statt des Rotorwinkels die Stromstärken.
Was ist denn den beiden zugestoßen? Sieht aus, als wären sie dem Leibhaftigen begegnet.
Merkwürdig.
Als hätten sie einen elektrischen Schlag bekommen.

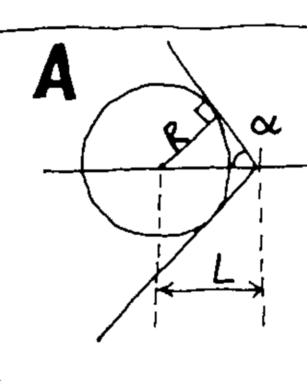

Der MHD-Aerodyn setzt seinen Flug fort und hinterläßt einen langen Schweif aus brennendem Cäsium.
Dreh noch etwas höher!
Mit zunehmender Stromstärke ähnelt das Schiff schließlich einem Kometen.
Wir haben eine unglaubliche Geschwindigkeit drauf! Vier- bis fünffache Schallgeschwindigkeit !!!
Sag mal, Anselm, da wir den Gasstrom voll unter Kontrolle haben, müßten wir doch ohne Turbulenz und ohne Stoßwelle fliegen, nicht wahr?
Schon möglich...
Also auch GERÄUSCHLOS?!
Es gibt die SCHALLMAUER, dann die HITZEMAUER, und jetzt habe ich den Eindruck, daß wir eine Mauer der Stille durchstoßen haben...

DIE MAGNETISCHE SCHALLMAUER

ENDE

WISSENSCHAFTLICHER ANHANG

A



In der Zeit t läuft eine Welle radial nach außen bis zum Abstand $R = V_S t$ vom Emissionsort, während sich der Gegenstand um die Strecke $L = Vt$ bewegt. Es ist also:

$$\frac{V}{V_S} = \frac{L}{R} \qquad \sin\alpha = \frac{V_S}{V} = \frac{R}{L}$$

α nennt man den Machschen Winkel.

B Man beeinflußt ein Wellensystem, wenn die von einem Volumenelement aufgenommene Energie $E_B = (\vec{j} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$ (Arbeit pro Volumen = Lorentzkraft pro Volumen mal Wechselwirkungslänge l) größer ist als die kinetische Energie Dichte $E_{kin} = \frac{1}{2} \varrho V^2$.

Im Salzwasser ist die Stromdichte j maximal $1\ A/cm^2$ ($10^4\ A/m^2$). Es sei $V = 8\ cm/s$, die Wechselwirkungslänge gleich der Elektrodenbreite $l = 3 \times 10^{-3}\ m$ und die Dichte $\varrho = 10^3\ kg/m^3$.
Mit $B = 1$ Tesla wird der Wechselwirkungsparameter $\frac{E_B}{E_{kin}} = \frac{2jBl}{\varrho V^2} = 10$

Die BUGWELLE wird also unterdrückt.

C Der Schub des Bootes beträgt 1 Pond, d.h. 10^{-2} Newton. Es bewegt sich mit 0,1 m/s. Die Leistung beträgt also 10^{-3} Watt. Die Batterien liefern 25 Volt und 20 Ampere, d.h. 500 Watt. Damit beträgt der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{10^{-3}}{500} = 2 \cdot 10^{-6}.$$

Die Flüssigkeit durchströmt den Beschleuniger in der Zeit t. Die Antriebsleistung (pro Volumen) ist also $\frac{jBL}{t}$. $\frac{L}{t}$ ist aber die Geschwindigkeit V. Außerdem ist die pro Volumen dissipierte Leistung j^2/σ, wo σ die elektrische Leitfähigkeit ist. Der Wirkungsgrad ist demnach $\eta = \frac{jBV}{jBV + j^2/\sigma}$

Mit $\sigma = 10/(\Omega m)$
$B = 25$ Tesla
$V = 20\ m/s$
$j = 10^4\ A/m^2$

erhält man $\eta = 0{,}33$

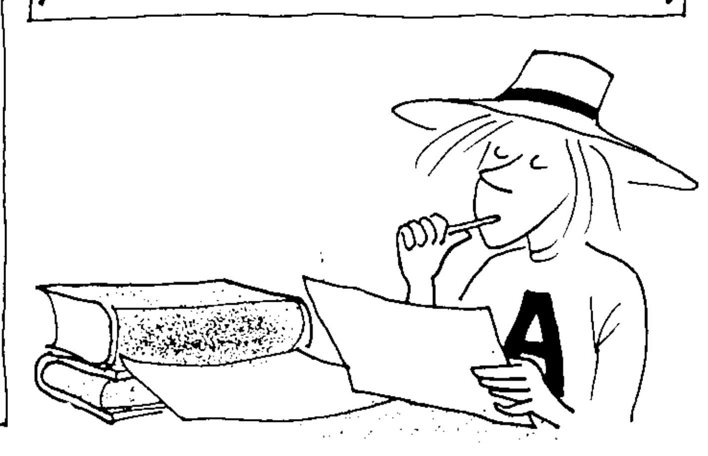
Der Wirkungsgrad wächst mit V.

D Der Überdruck vor dem Flugkörper ist näherungsweise $E_{kin} = 1/2\ \varrho V^2$, wo ϱ die Dichte der Luft ist ($1{,}3\ kg/m^3$) und V die Geschwindigkeit, mit der sich der Flugkörper bewegt. Bei einer effektiven frontalen Fläche von $A = 1\ m^2$ ist die zur Erzeugung des Wellenschweifs erforderliche Leistung $P = E_{kin} A V = 1/2\ A \varrho V^3$.

Für $V = 700\ m/s$ ist $P = 220\ MW$
für $V = 1500\ m/s$ ist $P = 2200\ MW$

E Die Leistungsdichte (Leistung durch Volumen) eines MHD-Beschleunigers ist jBV. Mit $j = 10^4\ A/m^2$, $B = 4$ Tesla und $V = 1000\ m/s$ erhält man $jBV = 40\ MW/m^3$. Erreicht die Leitfähigkeit der Luft $10/(\Omega m)$, d.h. die vom Salzwasser, so wird pro Volumen ein Energiestrom $j^2/\sigma = 10\ MW/m^3$ dissipiert, ein vernünftiger Wert.

Es wäre zweckmäßig, große Magnetfelder (20 Tesla) zu benutzen und die elektrische Leitfähigkeit künstlich zu vergrößern (Zugabe von Alkalimetalldampf durch poröse Wände oder durch Absorption von Mikrowellen).



Savoir sans Frontieres
http://www.savoir-sans-frontieres.com

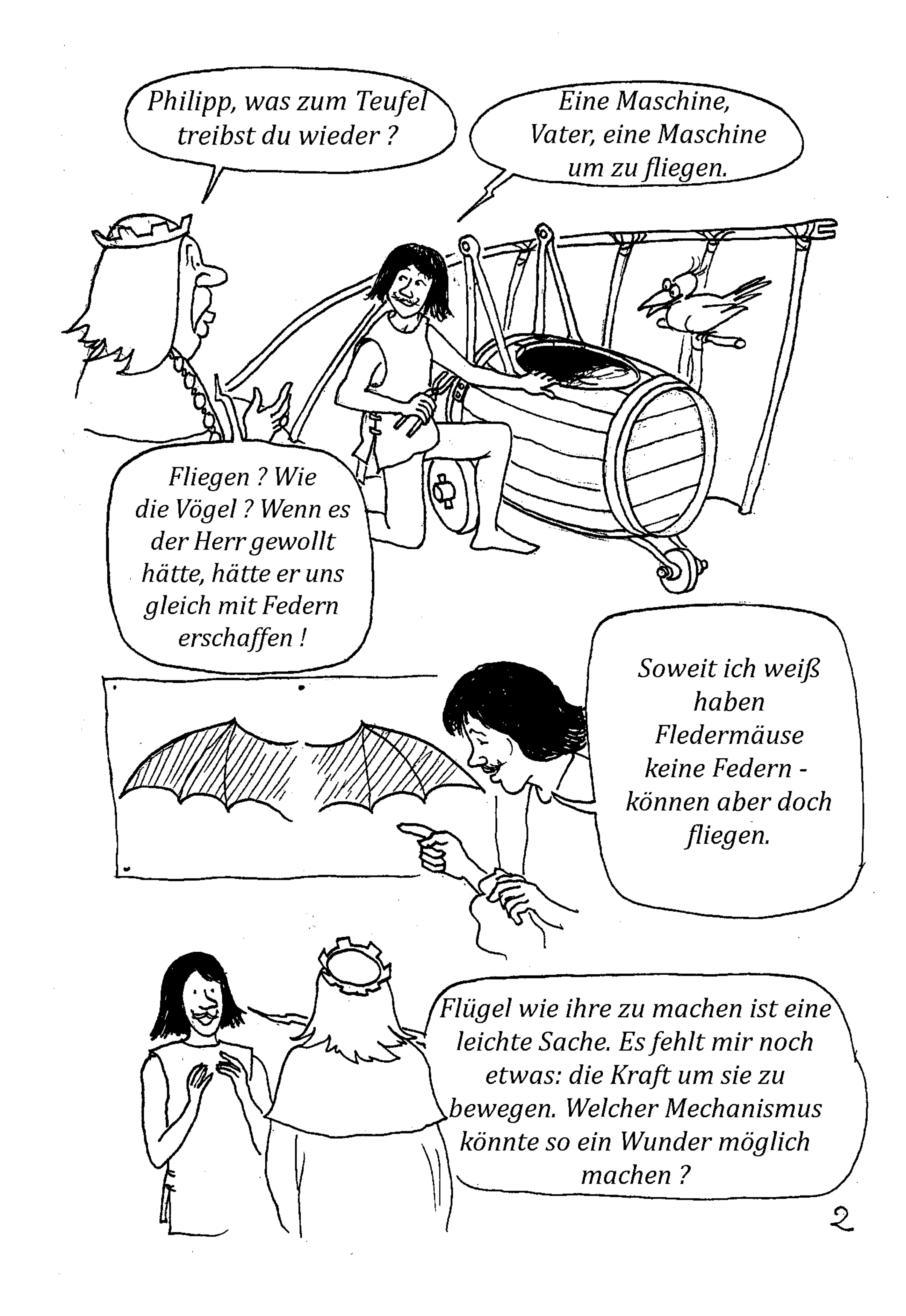
Jean-Pierre PETIT
aus dem Französischen von Roland & Éric Berdaguer

ASCHENPUTTEL 2000



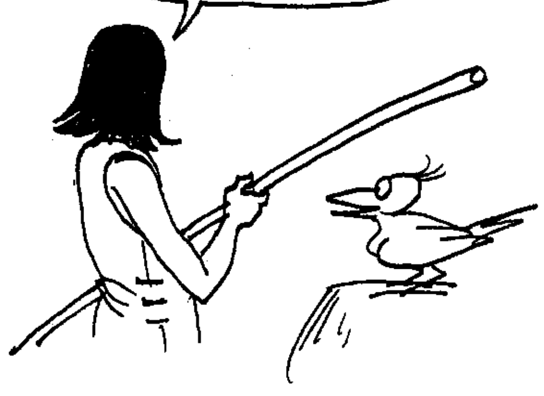
In einem bisher ruhigen und friedlichen Königreich.
König Georg sieht besorgt aus.



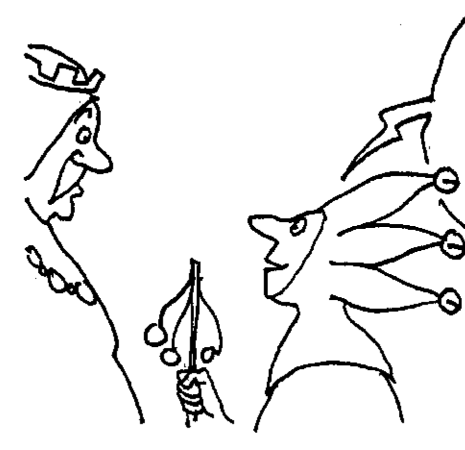


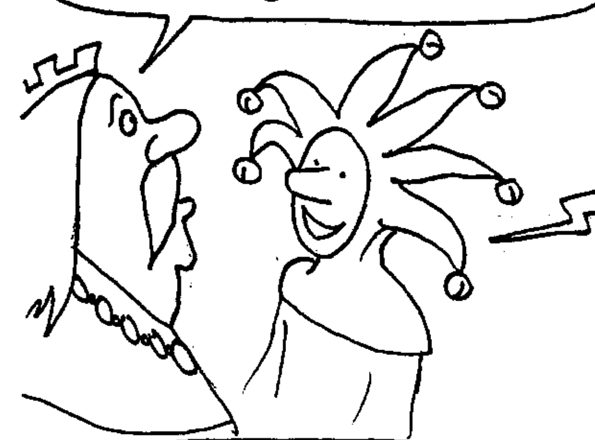
Philipp, was zum Teufel treibst du wieder ?
Eine Maschine, Vater, eine Maschine um zu fliegen.
Fliegen ? Wie die Vögel ? Wenn es der Herr gewollt hätte, hätte er uns gleich mit Federn erschaffen !
Soweit ich weiß haben Fledermäuse keine Federn - können aber doch fliegen.
Flügel wie ihre zu machen ist eine leichte Sache. Es fehlt mir noch etwas: die Kraft um sie zu bewegen. Welcher Mechanismus könnte so ein Wunder möglich machen ?

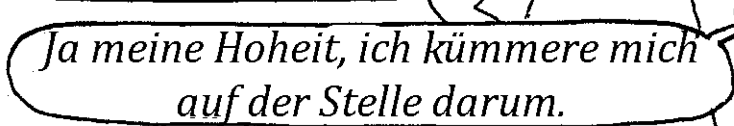

Merkst du nicht, dass du noch keine Frau zu dir genommen hast und mein Reich keinen Erben hat? Du weißt, ich werde langsam alt ,..
Ja Vater, aber um einen Mann und eine Frau zusammenzu-bringen, müssen diese gemeinsame Interessen haben! Doch keine der Frauen die du mir bis jetzt vorgestellt hast kümmert sich im Mindesten um die Fliegerei.
Woran würdest du die Frau deiner Träume erkennen ? Wäre es eine Vogel-Frau oder eine Fledermaus-Frau ?

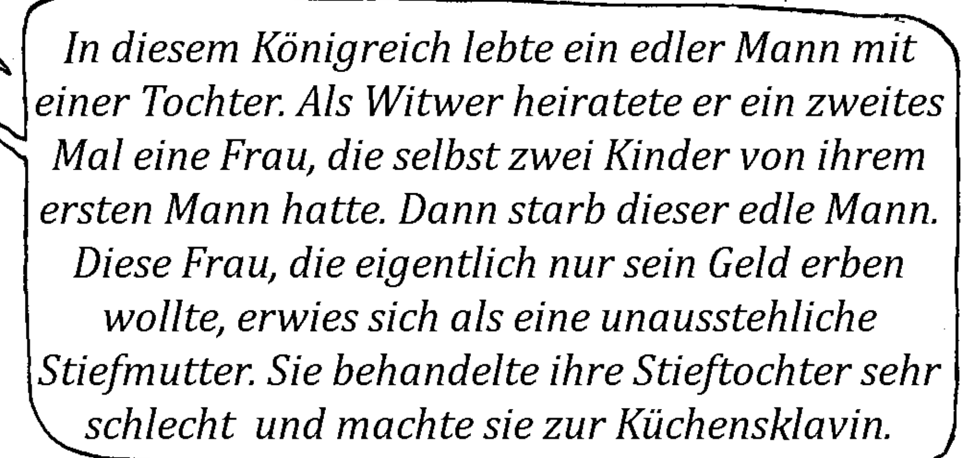

Ein Wahrsager sagte mir, dass ich sie im ersten Augenblick erkennen würde.


Mein Sohn ist verrückt!
Er reitet Chimären. Und inzwischen vergehen die Jahre - eines nach dem anderen...

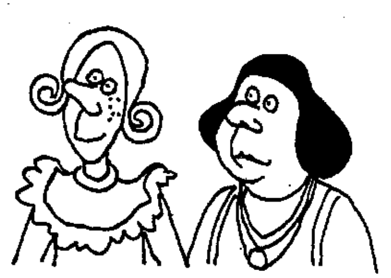

Mein Herr, seien Sie nicht betrübt. Dieser seltene Vogel existiert sicher irgendwo im ganzen Königreich. Sie sollten einen großen Ball veranstalten, zu welchem alle noch nicht verheiratenden jungen Frauen eingeladen werden.

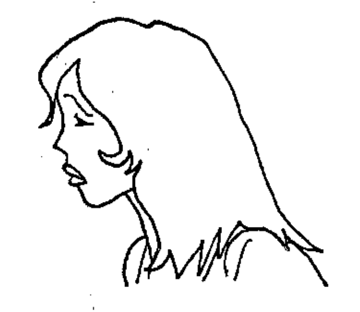

Ein Ball, hmm... ja, aber nur junge Frauen mit hohem Rang sollten eingeladen werden.
Das ist klar. Aber Philipp hält nichts von Prinzessinnen. Ihre Hoheit, ich schlage vor einen **MASKENBALL** zu veranstalten.


So sei es. Fixieren Sie das Datum und meine Boten sollen es im ganzen Reich verkünden.
Ja meine Hoheit, ich kümmere mich auf der Stelle darum.


In diesem Königreich lebte ein edler Mann mit einer Tochter. Als Witwer heiratete er ein zweites Mal eine Frau, die selbst zwei Kinder von ihrem ersten Mann hatte. Dann starb dieser edle Mann. Diese Frau, die eigentlich nur sein Geld erben wollte, erwies sich als eine unausstehliche Stiefmutter. Sie behandelte ihre Stieftochter sehr schlecht und machte sie zur Küchensklavin.








In zerlumpten Kleidern erledigte sie jeden Tag bis zum Sonnenuntergang die undankbarsten Aufgaben. Nach getaner Arbeit war es ihre Gewohnheit, sich neben dem Kamin in die Asche zu setzen.
Dies ist der Grund weshalb man sie ASCHENPUTTEL nannte.
Schau, ein Bote des Königs. Was will er denn?
Öffnet eure Tore liebe Frauen. Ich bringe eine Nachricht von seiner Majestät König Georg.


Der König, mein Herr, schickt uns durch das ganze Reich. Am zehnten Tag des nächsten Monates müssen alle jungen Damen ohne Ausnahme sich zu dieser Einladung begeben. Alle jungen heiratsfähigen Damen.
Hier sind drei Einladungen für die drei jungen Damen dieses Hauses.
Drei? Aber Mutter, wir sind doch nur zwei!
Die Dritte bin ich...
Natürlich, Aschenputtel hat ihr Recht auf diesen Ball zu gehen. Ihre Verkleidung hat sie schon. Sie braucht nur noch hinzugehen.

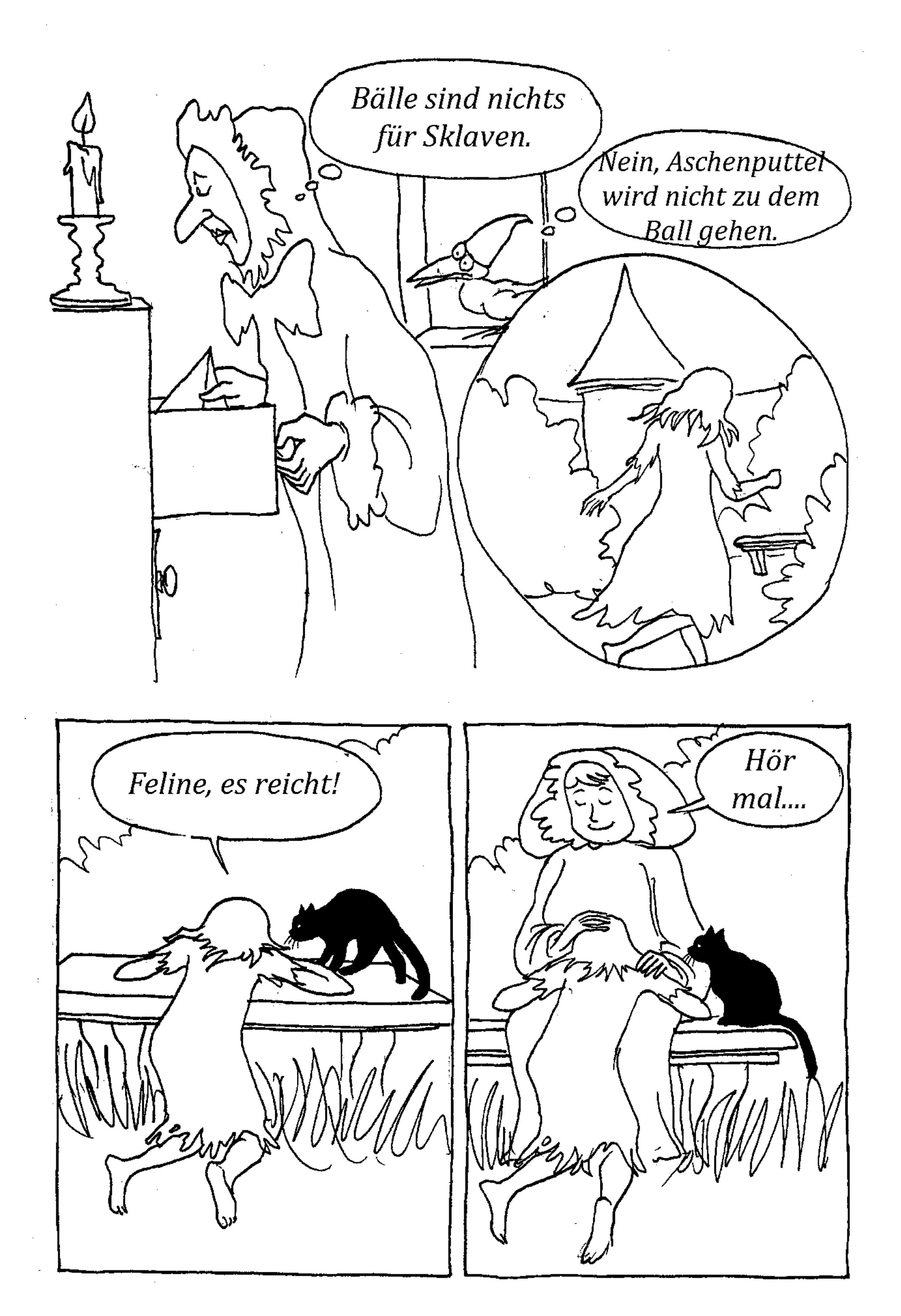
Als Dienstmädchen zum Beispiel...

Eine sehr originelle Verkleidung für ihren Rang.

Die Tage vergingen und das Datum des Balls rückte näher. Die Diener der Burg des Königs,

der entschieden hatte, dass der Ball in den mit hohen Mauern umgebenen Garten stattfinden wird, waren damit beschäftigt, diesen mit Tischen, Lampen und einer großen Tanzfläche herzurichten.

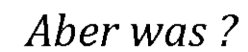

Für die zwei Töchter von der Frau mussten zwei Masken auf Maß hergestellt werden, wegen der Länge ihrer Nasen.
In der Hoffnung, sie würden Prinz Philipp gefallen, waren beide als Prinzessin verkleidet.
Aschenputtel, die Kutsche ist bereit. Bist du sicher, dass du nicht mitkommst? Mit deiner Verkleidung hättest du sicher viel Erfolg.


Bälle sind nichts für Sklaven.
Nein, Aschenputtel wird nicht zu dem Ball gehen.
Feline, es reicht!
Hör mal....


Ein Maskenball ? Das ist ja kein großes Problem. Aber ich kann dich nicht in dieser Kleidung hingehen lassen. Steh auf, ich werd das richten.
Oh, Patin !
Lass mich sehen, um zum König zu gehen, musst du wirklich gut gekleidet sein.
Seidenkleid, lange schwarze Lederhandschuhe, Samtstola, hmm... Das sieht ja schon gut aus.


Und die Einladung !? Wie könnte ich im Schloss ohne diese Karte eingelassen werden? Meine Stiefmutter hat sie!
Ich weiß sogar wo sie ist. Sie hat sie in die Schublade ihrer Kommode gegeben, in ihrem eigenen Zimmer. Es wird nicht einfach sie zu bekommen.
Die Stiefmutter hatte nicht damit gerechnet, dass Aschenputtel zu diesem Ball geht. Diese Karte wird man stehlen müssen.
Aber wie werden wir in ihr Schlafzimmer kommen ohne erwischt zu werden ? Sie ist jetzt gerade dort und bleibt sehr lange auf.
Diese Karte wirst du holen müssen, aber nicht in dieser Kleidung. Ich muss etwas anderes finden.
MIAU!..





Du brauchst ein Kleid, das dir erlaubt, in der Nacht unsichtbar zu werden.



Feline weiß, wie man in der Nacht unsichtbar werden kann. Du wirst es ihr einfach nachmachen.

Hier, fertig !

OH!..

Lautlos schleicht sich Aschenputtel in die dunkle Stiege des Turmes.




Aschenputtel am Ball des Königs ?
Ha Ha...
Alles ist verloren, sie hat die Einladung verbrannt.
Oh, die böse Frau !
Aber mach dir keine Sorgen. Ich hab mehr als einen Trick in der Tasche.


Zieh diesen schwarzen Mantel an, er wird dich ins Schloss bringen.
?
Nein drüber !
Dafür müsste ich durch die Wände gehen !
Komischer Mantel. Und was soll ich mit dem ?
Du könntest nichts damit anfangen wenn ich dir nicht ein magisches Accessoire dazugeben würde.
Was ist es ?
diese Schuhe



Um Mitternacht, vor dem letzten Glockenschlag musst du unbedingt wieder in die Luft - sonst ist der Zauber nicht mehr wirksam und der Mantel wird dich nicht mehr in die Lüfte tragen.









Es sieht tatsächlich so aus, als ob er viel Spaß hätte. Aber heißt das, dass wir jede Woche einen Maskenball veranstalten sollten, dass er sich um etwas anderes als um die Jagd und seine fliegenden Maschinen zu interessieren beginnt.

Wie auch immer, es scheint ihm zu gefallen.







Um Himmels Willen, Sie sind eine Fledermaus-Frau. Haben sie das Geheimnis ihres Fluges gelüftet?

Ich ? Überhaupt nicht. Dies ist nur eine einfache Verkleidung. Sie haben geträumt, als der Wind meinen Mantel hob.



Aber ich hätte schwören können, Sie auf der Wiese landen gesehen zu haben...
Nein, ich lief auf dieser und breitete die Arme meines Mantels aus. Ich... ich hielt mich für eine echte Fledermaus.
Oh, verdammt, er hat mich gesehen. Ich muss etwas erfinden.



Denken Sie wirklich, dass das ein Gesprächsthema für einen Maskenball ist? Tanzen Sie doch lieber mit mir.
Wie... wie heißen Sie ?



Ich nehme an, dass Sie Robin Hood persönlich sind ?
hmm... in einer bestimmten Art und Weise...


Ohne zu wissen in den Armen von Prinz Phillipp zu tanzen, übersah Aschenputtel wie schnell die Zeit verstrich.
plötzlich !...
DONG
Oh mein Gott, es ist schon Zeit!
Zeit wofür ?
Entschuldigen Sie mich, ich muss sofort weg !
Jetzt sofort !!??! Aber das Fest hat doch gerade erst begonnen !


Ich muss so schnell wie möglich nach Hause.
Aber... das ist absurd ! Wenn Sie eine Kutsche brauchen, lasse ich Sie von meinen Leuten begleiten.


Hören Sie mir zu ! Diese Stufen führen nirgendwohin, außer auf eine Terrasse. Der Ausgang des Schlosses liegt in der anderen Richtung !?!


Ich möchte Sie wieder sehen, sagen Sie mir wo ich Sie finden kann. Kommen Sie zurück ! Diese Terrasse führt nirgendwohin!


Oh!
Sie ist verschwunden
Beachten Sie, dass Aschenputtel in dieser Version der Geschichte ihren Schuh nicht verliert. Wie wird der Prinz sie dann finden ?
Pfuuh ! Ich habe es geschafft, vor dem letzten Glockenschlag um Mitternacht zu landen.





Nur noch das wegräumen...



Ich frage mich wer dieser Ritter war. Ich werde es wahrscheinlich nie erfahren.

Aschenputtel ! Ich rufe dich seit einer Stunde. Mach mir Tee. Ich kann nicht einschlafen.



Am nächsten Tag herrscht Aufregung im königlichen Schloss.



Wir haben sehr wenige Hinweise um diese junge Dame, die wie durch Zauberei verschwunden ist, wieder zu finden. Durch das Kostüm, das sie anhatte, können wir nicht einmal wissen, ob sie blond oder braunhaarig war. Eventuell noch ihre Größe, das ist sehr wenig.

Majestät, Ihr Sohn ist verliebt. Das ist doch was Sie wollten, oder ?

Verliebt, sicher, er ist es. Aber... wir wissen nicht in wen !?

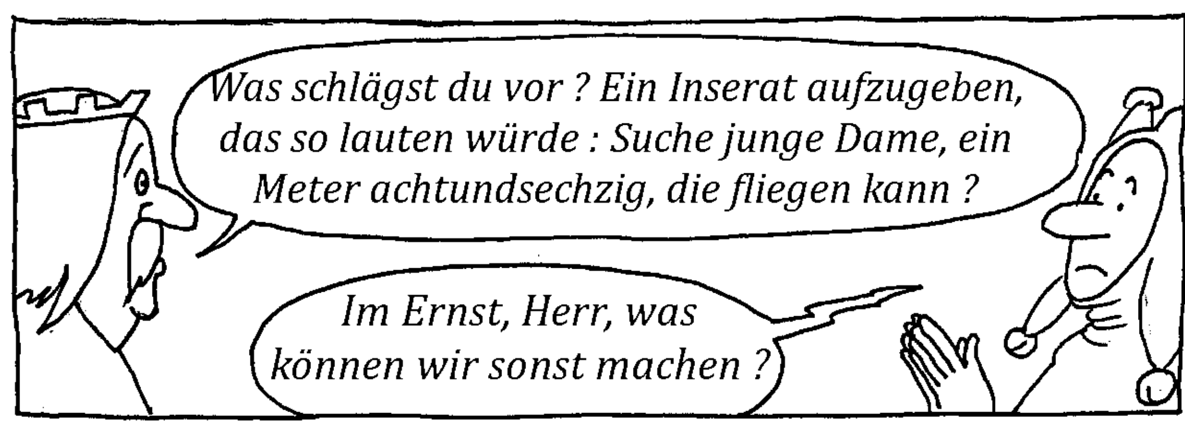
Wir könnten Nachforschungen ausstellen mit der Beschreibung ihres Kostüms. Aber jede verrückte Gans im Königreich würde sich melden.

Nein, das wäre das letzte was wir machen sollten.

Philipp behauptet, dass sie in der Luft davonfliegen kann.

Komplett absurd, unwissenschaftlich !

Vielleicht, aber das ist das einzige Indiz das wir haben.





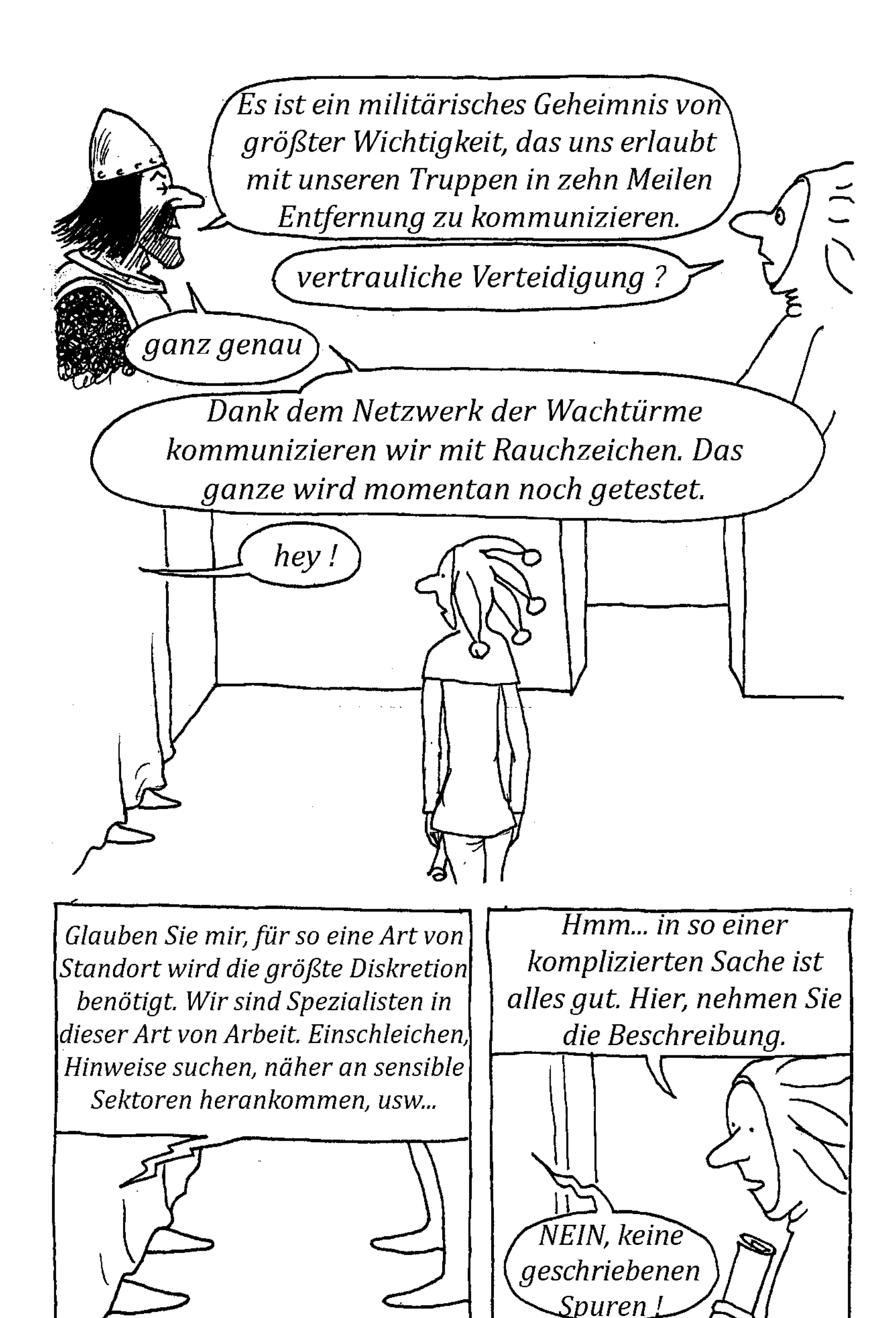
Ich will, dass alle Schreiber dieses Inserat aufschreiben.

Befehl des Königs

gut

Die Zukunft liegt in der Kommunikation. Wir haben im Königreich ein Netzwerk aufgebaut. Dadurch wird Ihre Nachricht sich wie der Wind verbreiten.

Und wie funktioniert das ?


Es ist ein militärisches Geheimnis von größter Wichtigkeit, das uns erlaubt mit unseren Truppen in zehn Meilen Entfernung zu kommunizieren.
vertrauliche Verteidigung ?
ganz genau
Dank dem Netzwerk der Wachtürme kommunizieren wir mit Rauchzeichen. Das ganze wird momentan noch getestet.
hey !
Glauben Sie mir, für so eine Art von Standort wird die größte Diskretion benötigt. Wir sind Spezialisten in dieser Art von Arbeit. Einschleichen, Hinweise suchen, näher an sensible Sektoren herankommen, usw...
Hmm... in so einer komplizierten Sache ist alles gut. Hier, nehmen Sie die Beschreibung.
NEIN, keine geschriebenen Spuren !


Verstanden, ich suche gleich los.
?
Hmm... Sie sind sehr clever!


Also, ein guter rosa Granit sollte es sehr weit sichtbar machen. Los geht''s...
So, nur noch diese Plakate im ganzen Königreich aufhängen.
Hmm, wie macht man wieder ein « J » ?
Währenddessen sucht Philipp nach Hinweisen.


Komm schon,los. Es ist nur ein kleiner Bach zu überqueren, komm schon...
Wenn ich dem Abt das ganze erzähle, bringt er mich um !
Auf diesem Pergament ist die Nach-richt noch annähernd lesbar. Zum Glück habe ich mein Schreibzeug mitgenommen. Ich muss nur noch die anderen korrigieren. Mit ein bisschen Geduld...



Agent X-27, übertragen Sie diese Nachricht
Ja, Chef
verdammt, Wind kommt auf!
Beachtet : suchen junge Zahme, ein Meter achtundfünfzig, die pflügen kann
sie wollen, dass wir eine junge Dame suchen, ein Meter achtundsiebzig, die lügt.
komische Idee

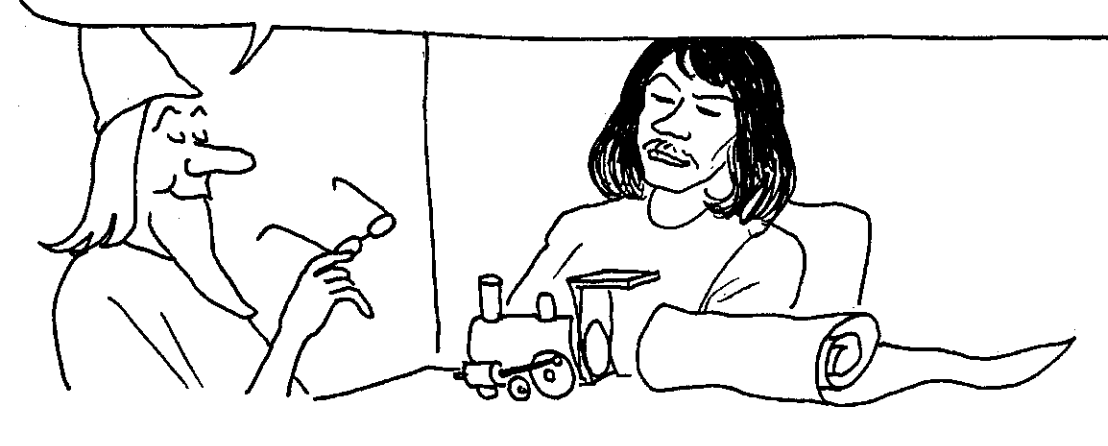

Philibert, hast du etwas gefunden ?
Ein Stück Papier, voll mit unverständlichen Zeichen
Und, wie läuft die Suche ?
wir machen Fortschritte, aber wir müssen weitermachen

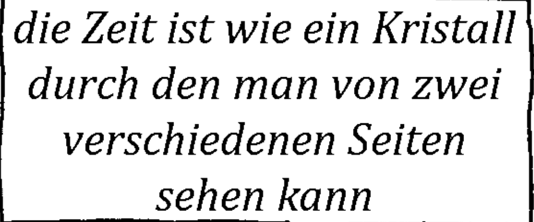

diese Zeichen sind magisch


nur Merlin kann sie verstehen


Ah, Philipp, ich habe dich jahrelang nicht gesehen


was hast du denn da auf den Augen ?

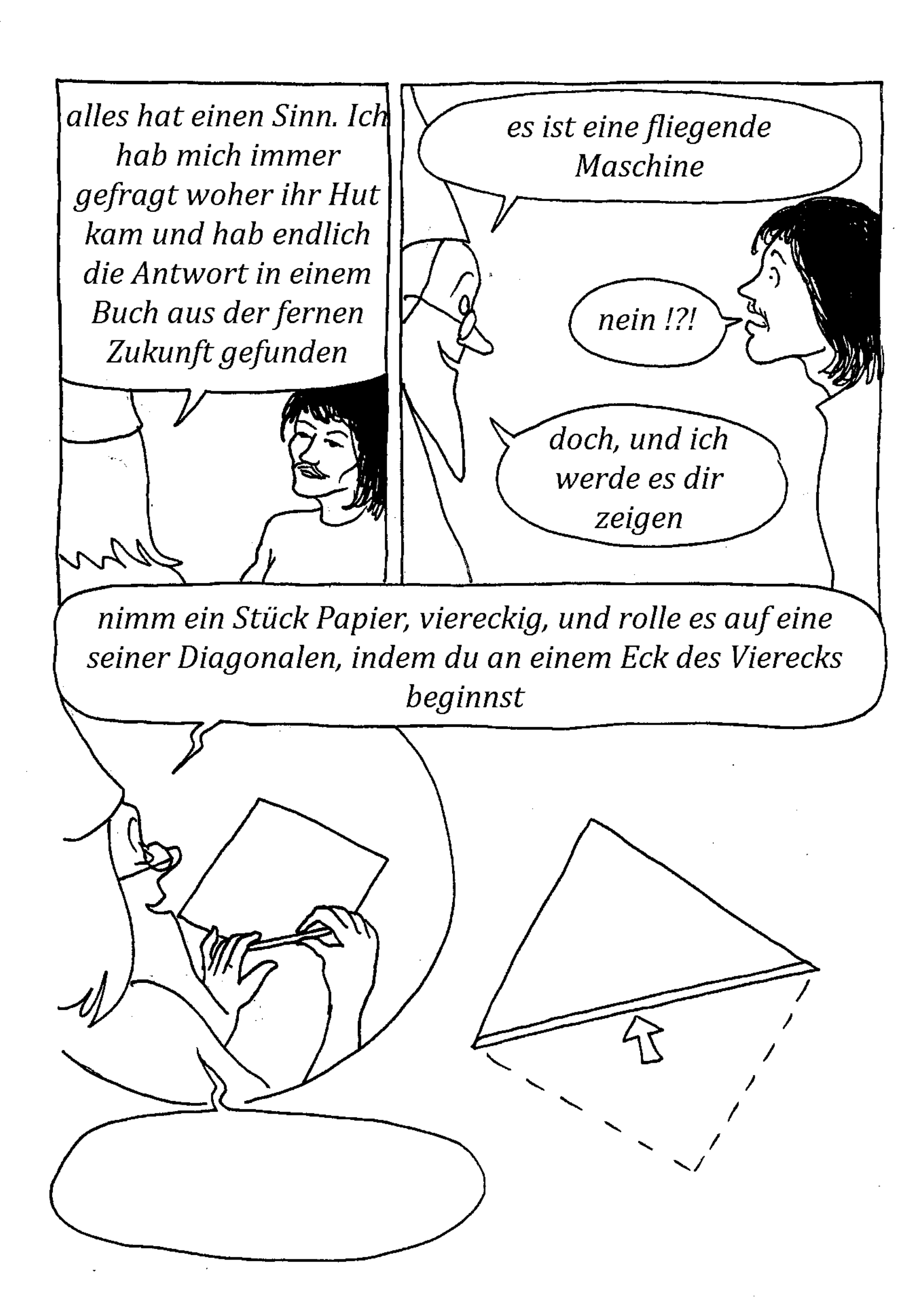

so etwas nennt man Brillen. Damit kann ich besser sehen. Glaub mir, es hat Vorteile in die Zukunft sehen zu können


die Zeit ist wie ein Kristall durch den man von zwei verschiedenen Seiten sehen kann


aber Dinge aus der Zukunft nach heute zu bringen kann ein großes Durcheinander schaffen


Merlin, ich habe eine Dame getroffen die, anscheinend, fliegen kann. Ist so etwas möglich ?
warte, lass mich dir etwas zeigen. Aber wo zum Teufel hab ich es hingesteckt ?


du kennst den Hut der Würdenträger unserer Kirche?
du weißt dass sie viele Dinge aus der Vergangenheit genommen haben. Ihr Bischofsstab zum Beispiel, ist nichts anderes als das was die römischen Wahrsager verwendeten um die Zukunft vorauszusagen, ich bezweifle, dass unsere Bischöfe dieses Talent auch noch besitzen

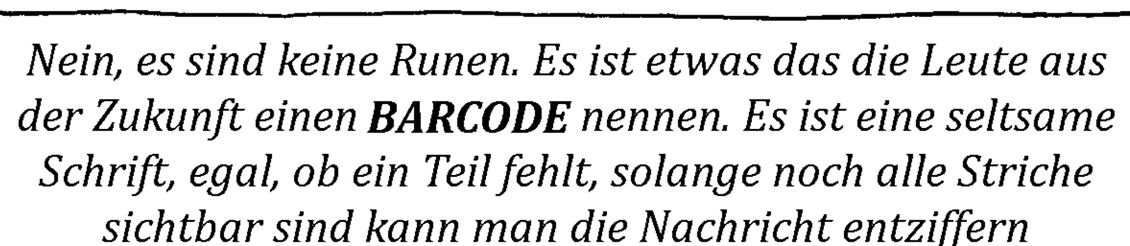

alles hat einen Sinn. Ich hab mich immer gefragt woher ihr Hut kam und hab endlich die Antwort in einem Buch aus der fernen Zukunft gefunden
es ist eine fliegende Maschine
nein !?!
doch, und ich werde es dir zeigen
nimm ein Stück Papier, viereckig, und rolle es auf eine seiner Diagonalen, indem du an einem Eck des Vierecks beginnst

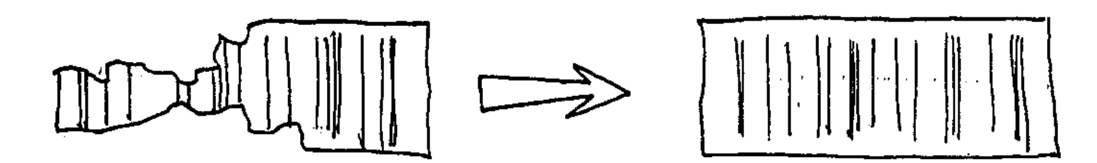

der zweite Teil besteht darin das Objekt auf sich selber zu rollen indem man eines auf dem anderen zwei der Ecken durch dieses andere Wunder, das ich aus der Zukunft mitgebracht habe, fixiert. Sie nennen es Klebeband
das Werfen des Objektes ist sehr kompliziert. Man muss die frei gebliebene Spitze mit zwei Fingern nehmen und es « in die Luft legen » indem man ihm einen leichten Schwung horizontal nach vorne gibt
genau so
unglaublich !

wenn man es gut faltet und von einer hohen Klippe wirft, kann es eine Meile weit fliegen

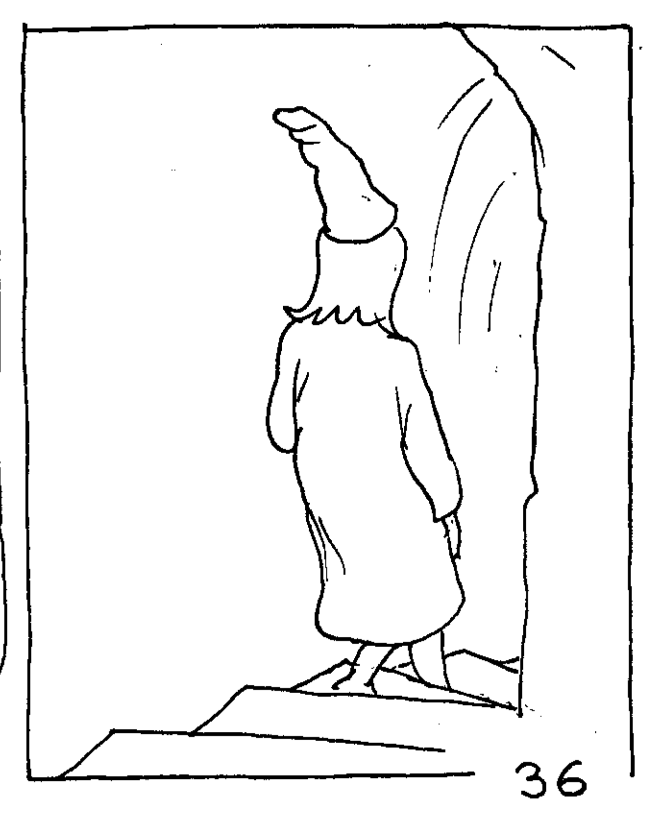


kommen wir zurück zu dieser Frau, von der ich dir erzählt habe. Als sie losgeflogen ist, hat sie dies hier verloren. Sind es magische Runen ? Mein Hund hat es halb



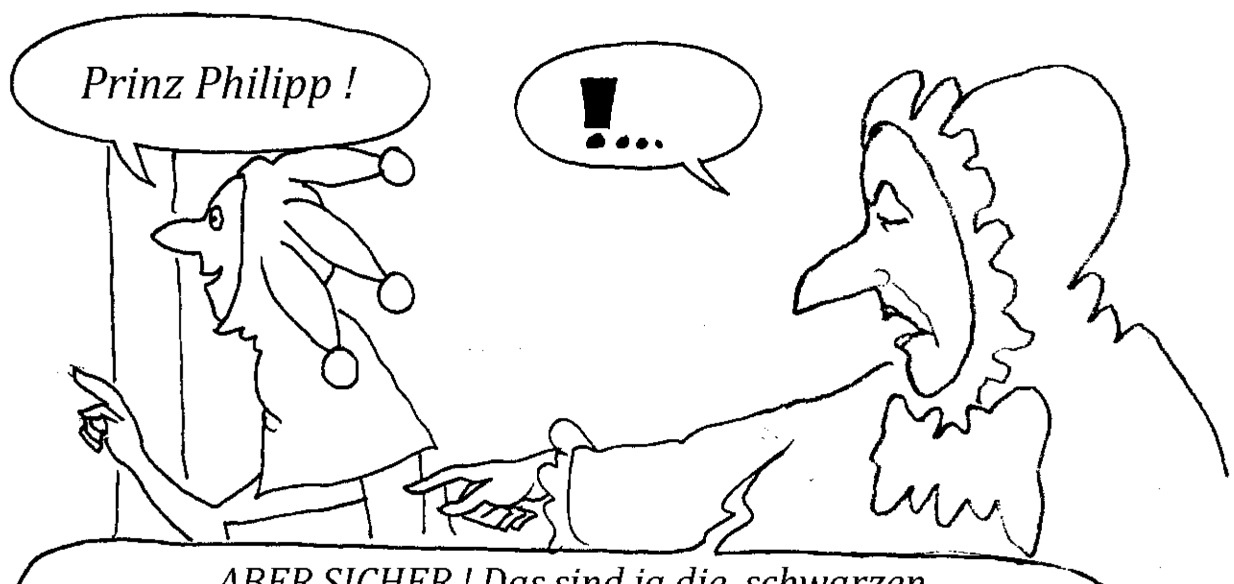







Also. Die Nachricht lautete : schwarzes Wildleder, Größe 34 fünfhundertneunundneunzig Euro. Man müsste verrückt sein, um mehr auszugeben.
SCHNIPP!
ich hab's. Es ist ihre Schuhgröße. Danke Merlin. Ich muss gleich los.
Find mir alle jungen Damen die auf diesem Ball waren und Schuhgröße 34 hatten.
und sag ihnen die Schuhe zu finden, die sie an diesem Abend während des Balls trugen !


Später
Ich habe Schuhgröße 34
tut mir leid, das sind nicht die richtigen
meine Tochter ist sehr zerstreut. Das waren doch nicht die Schuhe die du trugst !
ich habe auch Schuhgröße 34


Prinz Philipp !
!...
ABER SICHER ! Das sind ja die schwarzen Wildlederstöckelschuhe die meine Tochter am Ball des Königs trug, an jenem Abend, und die der Schmutzfink gestohlen hat. Wir haben sie überall gesucht. Gib sie ihr sofort zurück !


so kann es nicht
weitergehen !


Wartet !


Hopp, Aschenputtel verwandelt
sich in eine... Fledermaus !


sie ist es, sie ist
meine Fledermaus
WAS !?!
die, die das Geheimnis
des Erkletterns des
Himmels kennt
Ich bin für alle
Experimente bereit
ENDE

Savoir sans Frontières

Die Abenteuer von Anselm Lanturlu

Guten Tag, Herr Ampère!

Jean-Pierre Petit

Übersetzung aus dem Französischen von Cleo Bertelsmeier



http://www.savoir-sans-frontieres.com

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

Prolog

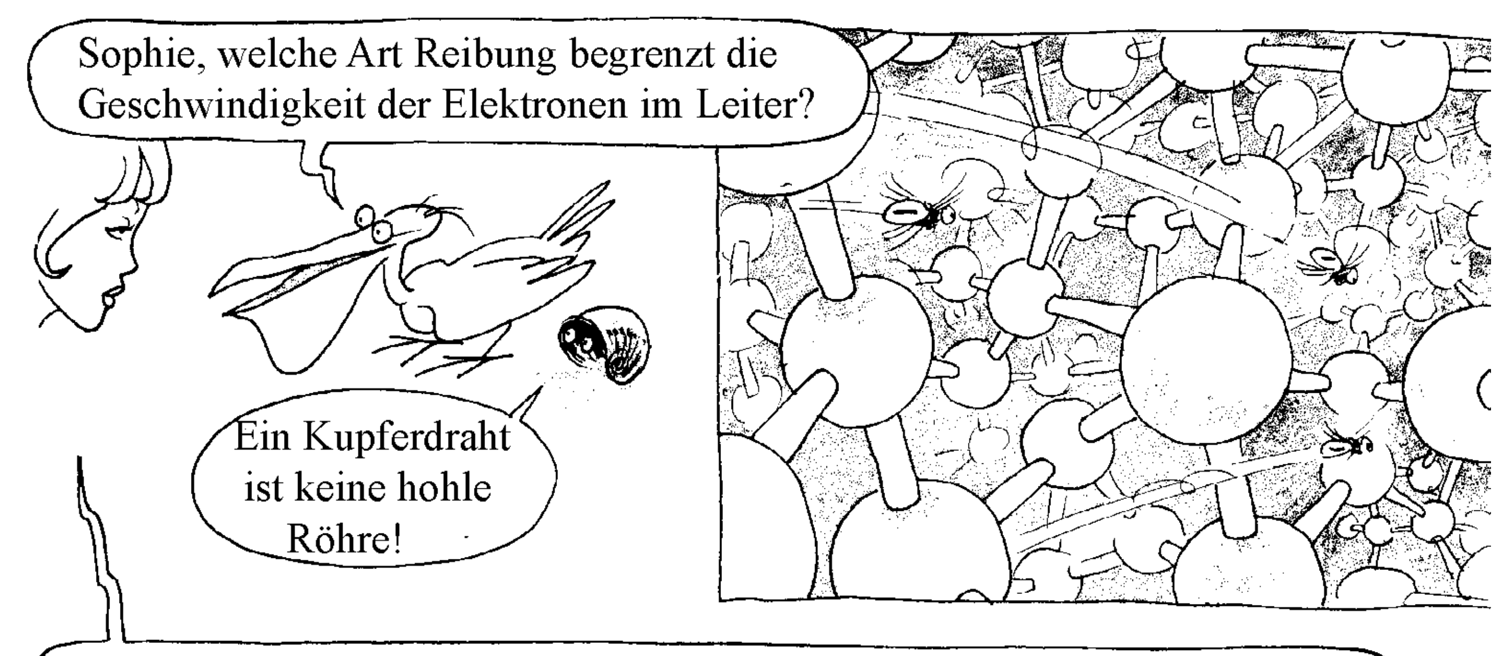


Es regnet, keine Chance, das Haus zu verlassen!
Papier, Stifte, Bindfaden, Kleinigkeiten! Was kann man mit alldem machen? Nichts!
Was erzählen Sie da? Das Wetter ist wunderbar!
Ja, man bräuchte ein richtiges Labor, um interessante Sachen zu machen! Ein Cyclotron...einen Laser!
Über was beschwert ihr euch? Ihr habt´s doch in der Hand!
Du willst mir doch nicht erzählen, dass man in diesem Haus etwas findet, um die großen wissenschaft-lichen Probleme zu untersuchen?
Rutherford (*) sagte schon, er hätte am Nordpol forschen können!
Aber was können wir hier machen?
Ihr seid vielleicht lustig! Und zwar alle! Nicht einer, der fähig wäre, mir anständig zu erklären, wie eine Glühlampe funktioniert!

(*)


Gut, keine Panik, der Draht erhitzt sich, weil ein ELEKTRISCHER STROM fließt.
Was ist das noch gleich, ein elektrischer Strom?
BLÖD! Ihr seid alle blöd!
Hm. Alles wird kompliziert...
Warum wird der Draht heiß?
Sehn wir mal, ich glaube, man kann das mit Hilfe von Hydraulik simulieren!
Eine Waschmaschine aus der Scheune und ein abgeklemmter Wasserzähler!
Ich dachte, sie hätten von Elektrizität gesprochen!
Kinderkram. Der Höhenunterschied h ist die Potentialdifferenz.
Der Schlauch ist der ELEKTRISCHE WIDERSTAND
Wenn L seine Länge ist und s sein Querschnitt, so ist der Durchfluss proportional zu: h*s / L
h
L
Wenn man die Länge des Schlauchs verdoppelt, wird der Durchfluss durch 2 geteilt.
A

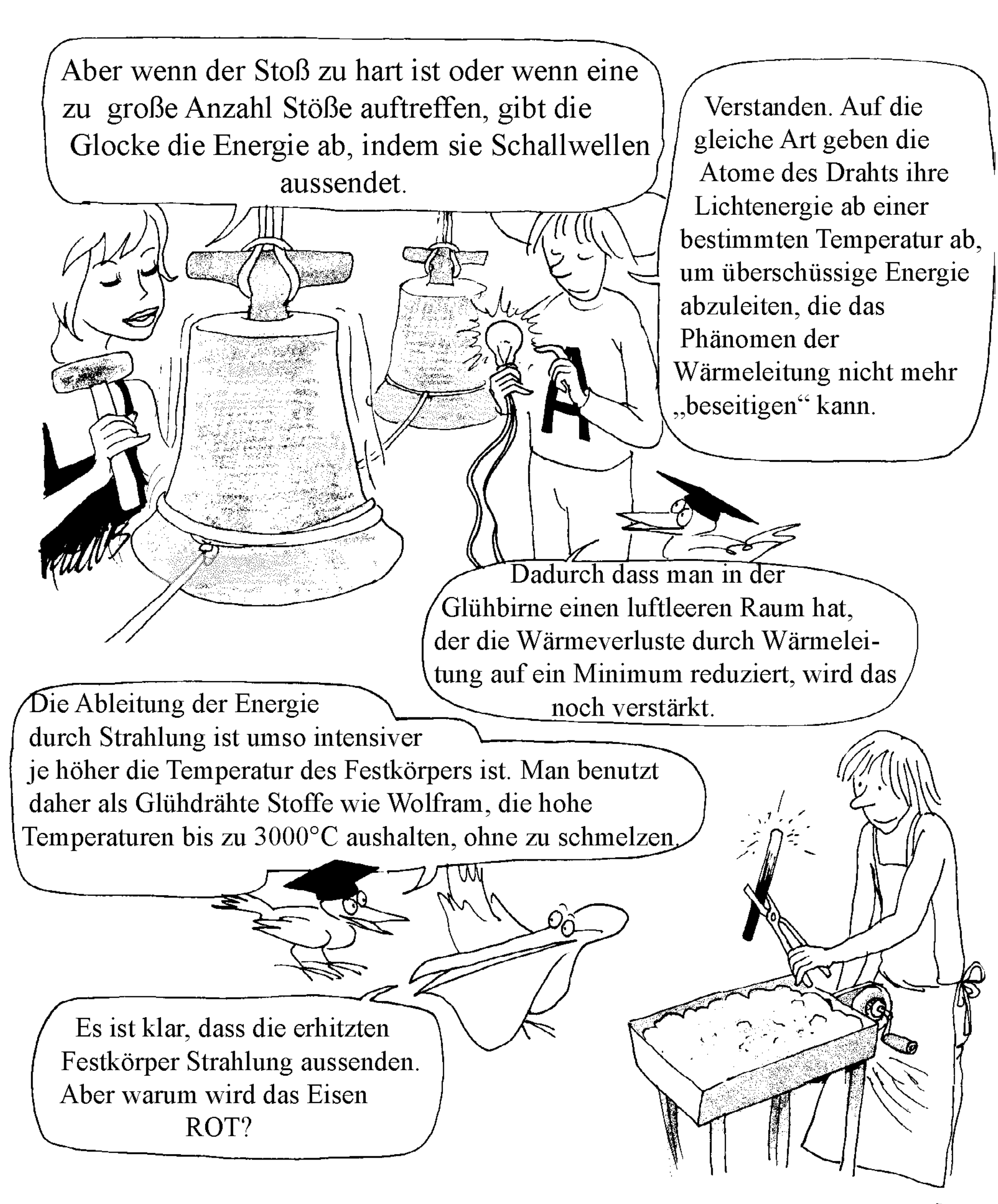
WIDERSTAND



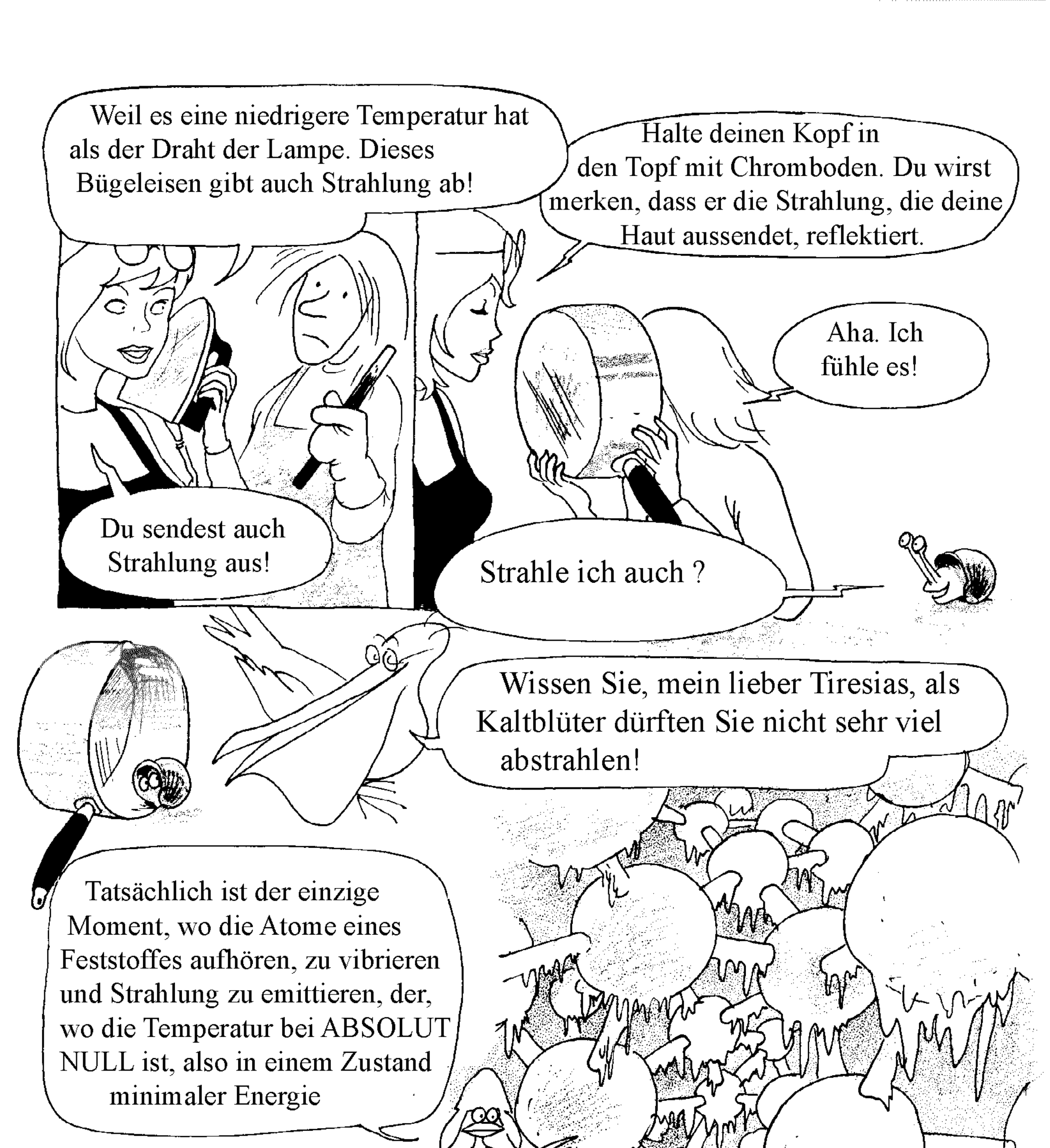
Sophie, welche Art Reibung begrenzt die Geschwindigkeit der Elektronen im Leiter?
Ein Kupferdraht ist keine hohle Röhre!
Die Atome eines Metalles sind fest und bilden eine Art Netz. Jedoch gibt es bei jeder Temperatur freie Elektronen, die sich in diesem Netz bewegen können. Die Zusammenstöße mit den Atomen behindern etwas das Vorankommen und so entsteht der ELEKTRISCHE WIDERSTAND.
Warum wird das Metall heiß ?
Die Zusammenstöße erschüttern die Struktur der Atome und diese Erschütterungen werden weitergegeben. Dies liegt dem Effekt der Wärmeleitung zu Grunde.
Ah ja. Das nennt man auch den JOULE-EFFEKT.
Alles klar!
...aber das erklärt noch nicht, warum der Draht einer Lampe Licht abstrahlt!


Diese E r schütterungen können sogar das metallische Netz zerstören. Dann gibt es eine Fusion.
Sicherung
hey, das fackelt ab!
...und woher kommt das Licht?
Stell dir jetzt die Atome als Glocken vor, die durch elastische Seile miteinander verbunden sind.
Das ist ein gutes Bild für die Wärmeleitung in einem Festkörper!
Wenn du diesen „Atom-Glocken“ ganz sanfte Stöße gibst, werden diese von einer zur nächsten an die ganze Struktur weitergegeben - durch die verbindenden elastischen Seile.

DAS GLÜHEN



Aber wenn der Stoß zu hart ist oder wenn eine zu große Anzahl Stöße auftreffen, gibt die Glocke die Energie ab, indem sie Schallwellen aussendet.
Verstanden. Auf die gleiche Art geben die Atome des Drahts ihre Lichtenergie ab einer bestimmten Temperatur ab, um überschüssige Energie abzuleiten, die das Phänomen der Wärmeleitung nicht mehr „beseitigen“ kann.
Dadurch dass man in der Glühbirne einen luftleeren Raum hat, der die Wärmeverluste durch Wärmeleitung auf ein Minimum reduziert, wird das noch verstärkt.
Die Ableitung der Energie durch Strahlung ist umso intensiver je höher die Temperatur des Festkörpers ist. Man benutzt daher als Glühdrähte Stoffe wie Wolfram, die hohe Temperaturen bis zu 3000°C aushalten, ohne zu schmelzen.
Es ist klar, dass die erhitzten Festkörper Strahlung aussenden. Aber warum wird das Eisen ROT?


Weil es eine niedrigere Temperatur hat als der Draht der Lampe. Dieses Bügeleisen gibt auch Strahlung ab!
Halte deinen Kopf in den Topf mit Chromboden. Du wirst merken, dass er die Strahlung, die deine Haut aussendet, reflektiert.
Aha. Ich fühle es!
Du sendest auch Strahlung aus!
Strahle ich auch ?
Wissen Sie, mein lieber Tiresias, als Kaltblüter dürften Sie nicht sehr viel abstrahlen!
Tatsächlich ist der einzige Moment, wo die Atome eines Feststoffes aufhören, zu vibrieren und Strahlung zu emittieren, der, wo die Temperatur bei ABSOLUT NULL ist, also in einem Zustand minimaler Energie



DIE NEONRÖHRE









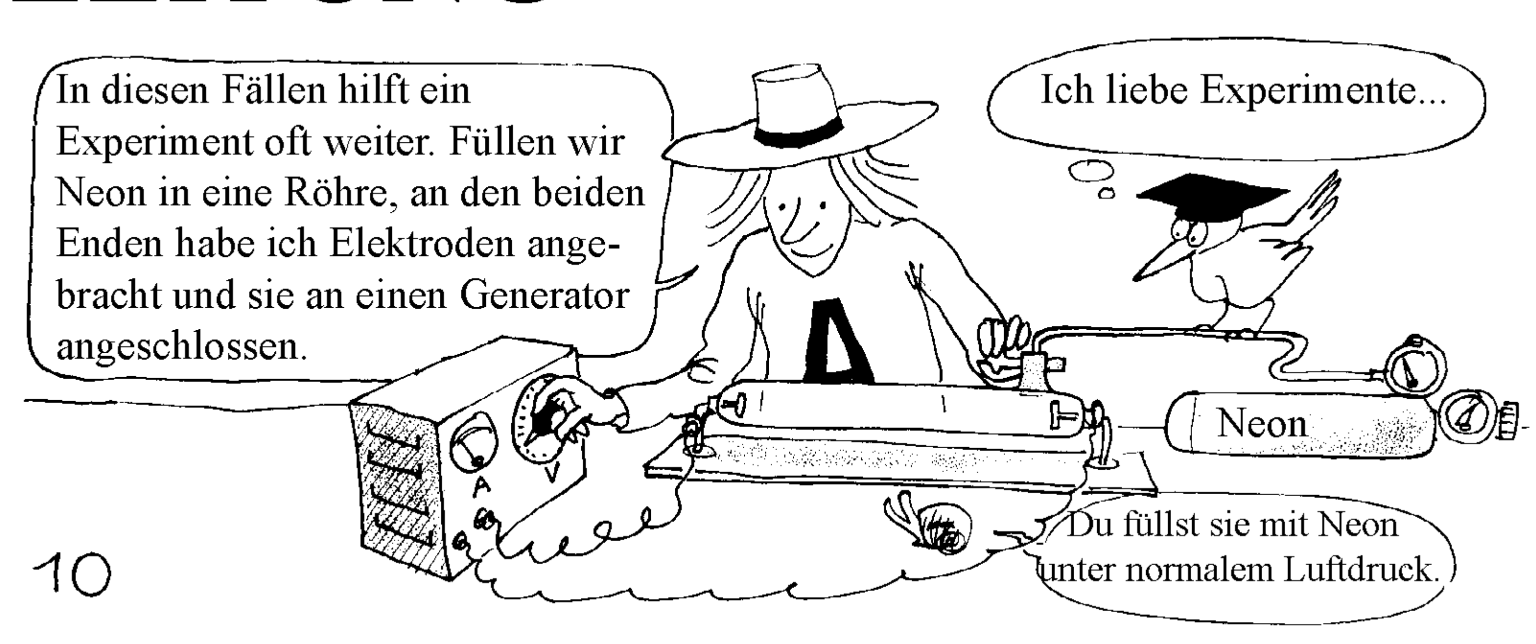
In einem heißen Gas bewegen sich die Moleküle unheimlich schnell hin- und her (WÄRMEBEWEGUNG), was Kollisionen und so die Lichtemission verursacht.

Gut. Das wird so kompliziert nicht sein. Man legt eine Spannung an. Der Strom fließt. Das Gas erhitzt sich und sendet Licht aus.

Es gibt nur ein Problem, Anselm... Das Ganze klappt, obwohl die Röhre kalt ist.

Du hast echt! Irgendwas habe ich übersehen...

ELEKTRISCHE LEITUNG




zweihundertzwanzig Volt...nichts!
zweitausend Volt.. Nichts?!?
Zwanzigtausend Volt.. NICHTS?!?
Aber in der Neonröhre in der Küche entsteht ein Ampère bei zweihundertzwanzig Volt!
Eine Frage des Feelings vielleicht?
Sophie!
In einem LEITER entsteht elektrischer Strom durch die Bewegung FREIER ELEKTRONEN
Nun gibt es im Neon bei Normaltemperatur extrem wenige.
Und warum fließt Strom durch ein Metall?
Weil es dort viele freie Elektronen gibt.

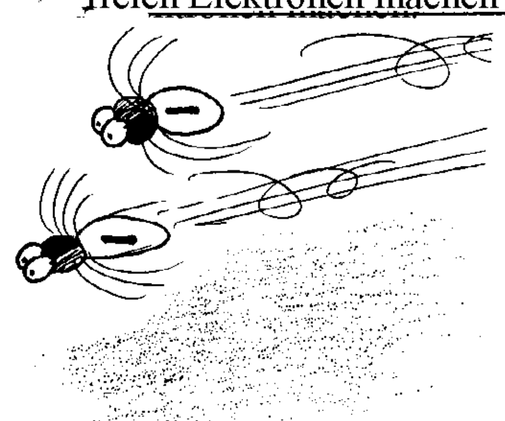

Du willst mir erzählen, es gibt keine Elektronen in kalten Gasen?
Voilà. Hier also GEBUNDENE ELEKTRONEN
Nein, aber sie sind alle damit beschäftigt, auf ihrer Umlaufbahn um die Atome zu kreisen.
Was lässt die Elektronen zirkulieren?
Sie werden von dem GENERATOR in Bewegung gebracht, der als Pumpe dient.
Gut, und wo ist das Problem?
Klasse, es klappt!
Tiresias, mach dich ab!
Aua!
Anselm hat seine ELEKTRONENPUMPE gefunden
Es ist ein Stromgenerator mit Hochspannung!

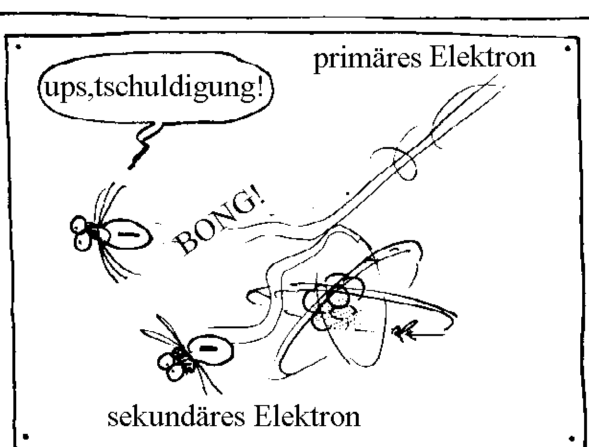
DER ELEKTRISCHE BOGEN



ELEKTRONENLAWINE

Ein elektrischer Generator lässt zwischen den Elektroden eine ELEKTROMOTORISCHE KRAFT entstehen, die die freien ELektronen bewegt. Selbst in Gasen bei Zimmertemperatur gibt es eine kleine Anzahl Elektronen, die mit Gewalt von der Kathode zur Anode gezogen werden. Diese Elektronen, man sagt primäre Elektronen, beschleunigen zwischen zwei Zusammenstößen mit Atomen. Dabei laden sie sich so sehr mit (kinetischer) Energie auf, dass sie andere Elektronen von Atomen wegreißen können und diese dann ebenfalls zu freien Elektronen machen

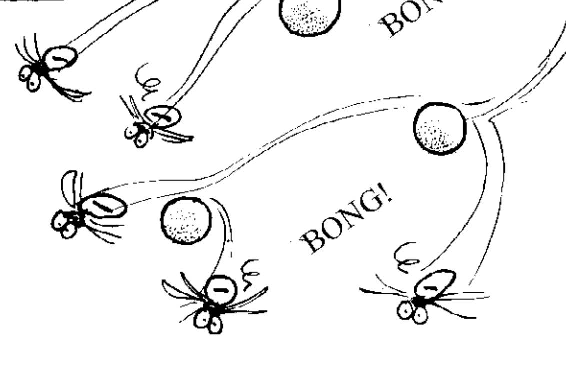




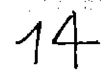
Jedes abgerissene Elektron wird auch zu einem freien Elektron, das dann sogleich beschleunigt.



Jedes ursprüngliche, primäre Elektron kann eine sehr große Anzahl sekundärer Elektronen entstehen lassen.



Das nennt man eine ELEKTRONEN-LAWINE




In dem Experiment von eben hat man das durch einen blitzartign Anstieg der Stromstärke, also eines erhöhten Stromflusses gesehen.
Anders gesagt, das Gas, das sich zwischen den Elektroden befindet, ist plötzlich sehr leitend geworden. Im Generator hat es einen Kurzschluss gegeben.
In der Luft gibt es diesen Einschlag, wenn bei normalem Luftdruck die Potenzialdifferenz 30 000 Volt pro Zentimeter erreicht.
hm. Es zieht sich zu!
BUMM !
Der BLITZ ist ein elektrischer Bogen, der nur dann entsteht, wenn die Potenzialdifferenz zwischen Wolke und Bogen die Einschlagsschwelle überschreitet.
Wieso macht Elektrizität so einen Krach?
Im elektrischen Bogen gibt es eine starke Entladung, was zu einer Schockwelle führt.

MITTLERE FREIE WEGLÄNGE

Das löst weder mein Problem, noch erklärt es mir, warum in der Röhre in der Küche Strom fließt.



Es bleibt ein Geheimnis!

Schaun wir mal. Die Elektronenlawine entsteht, wenn ein Elektron in Abhängigkeit zur zurückgelegten Entfernung genug Energie auf seinem Weg aufnimmt.



hmm alles versperrt!

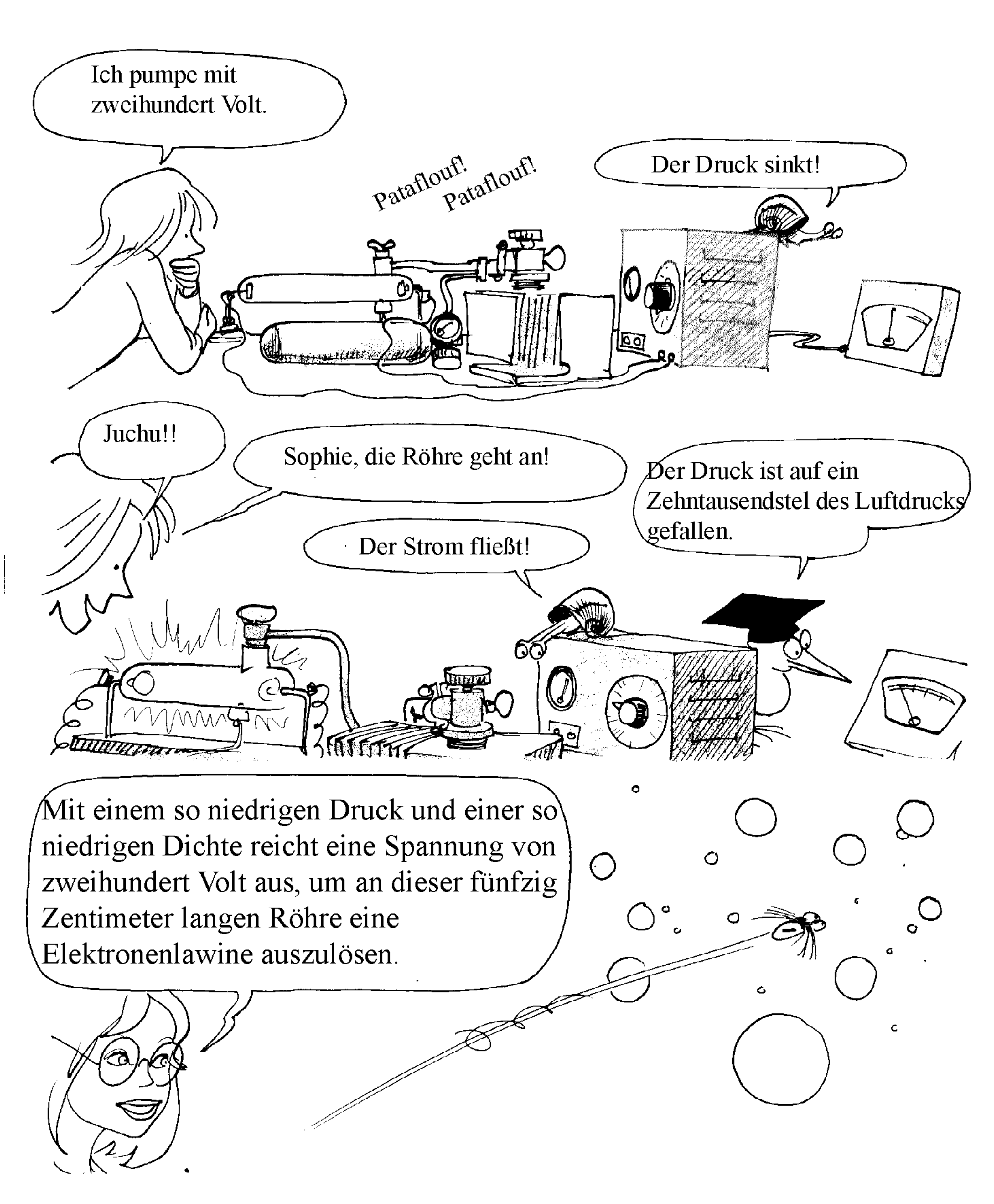
Das ist die MITTLERE FREIE WEGLÄNGE

Es scheint mir, dass, wenn ich die mittlere freie Weglänge des Elektrons steigere, es über einen längeren Zeitraum beschleunigt und mehr Energie bekommt.

Aber wie verlängert man die freie Weglänge?

Einfach. Du verminderst die Dichte des Gases.

mit dieser Vakuumpumpe.


Ich pumpe mit zweihundert Volt.
Pataflouf!
Pataflouf!
Der Druck sinkt!
Juchu!!
Sophie, die Röhre geht an!
Der Druck ist auf ein Zehntausendstel des Luftdrucks gefallen.
Der Strom fließt!
Mit einem so niedrigen Druck und einer so niedrigen Dichte reicht eine Spannung von zweihundert Volt aus, um an dieser fünfzig Zentimeter langen Röhre eine Elektronenlawine auszulösen.

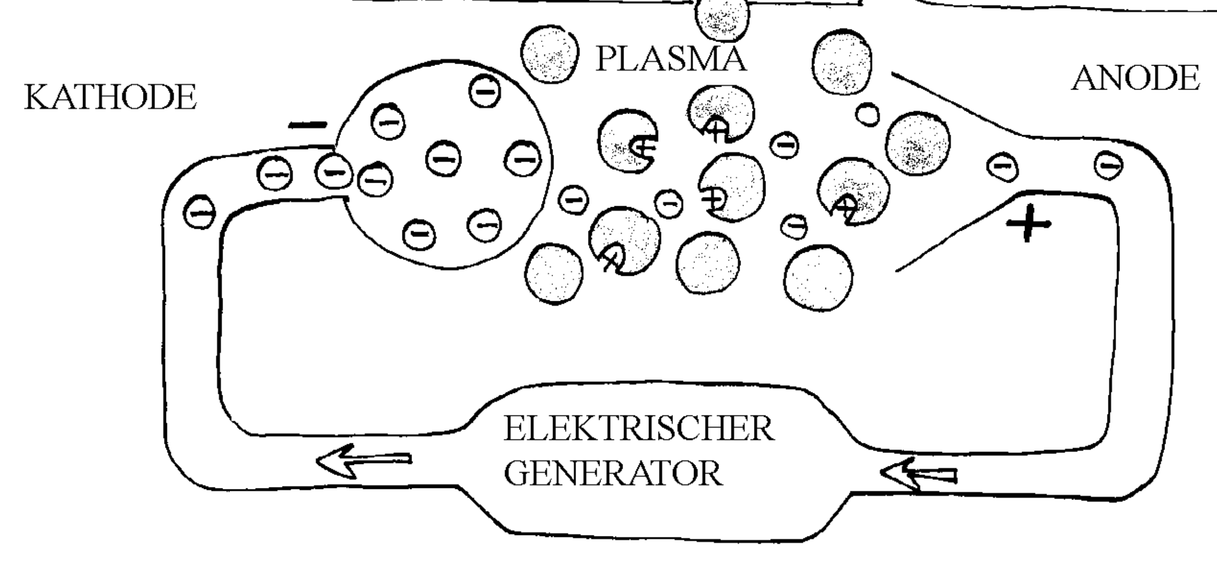
IONISIERUNG
ENTIONISIERUNG

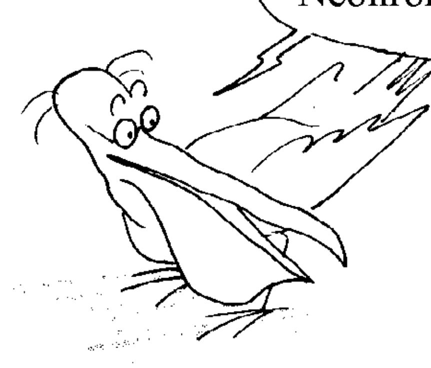


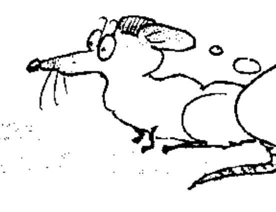
DAS PLASMA

Zusammenfassung : Eine Elektronenpumpe, die man auch elektrischen Generator nennt, reichert eine Kathode mit Elektronen an. Diese kathodische Ladung übt sich auf die Elektronen eines Gases aus, indem sie sie beschleunigt und so ständig freie Elektronen erzeugt - durch den Effekt der Elektronenlawine. Wenn sich Ionisierung und Entionisierung ausgleichen, bekommt man eine Mischung aus Elektronen, Ionen und Atomen, die elektrisch neutral ist und die man PLASMA nennt.



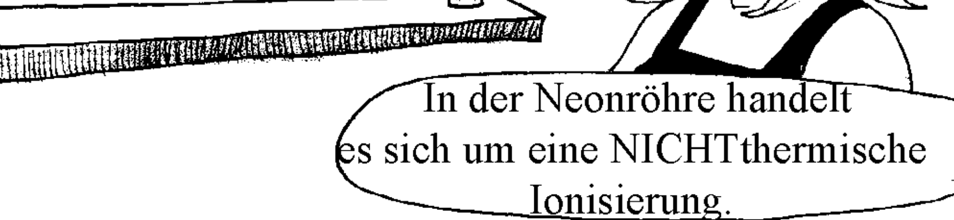






Eine angeschaltete Neonröhre enthält auch ein Plasma. Max behauptet, dass die Sonne auch ein Plasma sei, eine große Kugel aus ionisiertem Gas. Aber warum ist sie heiß, während das Plasma in der Neonröhre kalt bleibt?

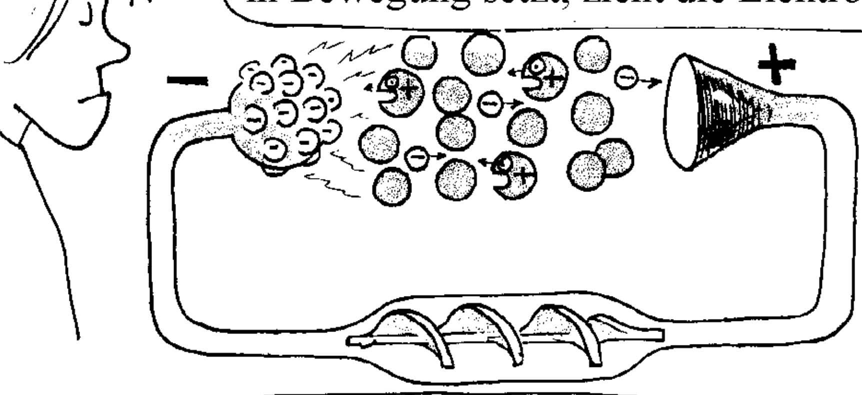
In diesem „kalten“ Plasma sind es die Elektronenschocks auf den Atomen, die die Ionisierung verursachen, während es bei der Sonne die Zusammenstöße der Atome miteinander sind. Diese bewegen sich also selbst sehr schnell, was bedeutet, dass das Gas heiß ist.



In der Neonröhre handelt es sich um eine NICHTthermische Ionisierung.

Aber im Plasma gibt es zwei Arten Ladungen : Elektronen und Ionen. Im Prinzip wirkt sich auf beide eine elektrische Kraft aus, nicht?

Genau. das elektrische Feld der Röhre, welches die Elektronen in Bewegung setzt, zieht die Elektronen in die eine Richtung und die Ionen in die andere. Das Feld entsteht wegen der Anhäufung der Elektronen an der Kathode aufgrund des „elektrischen Drucks“.



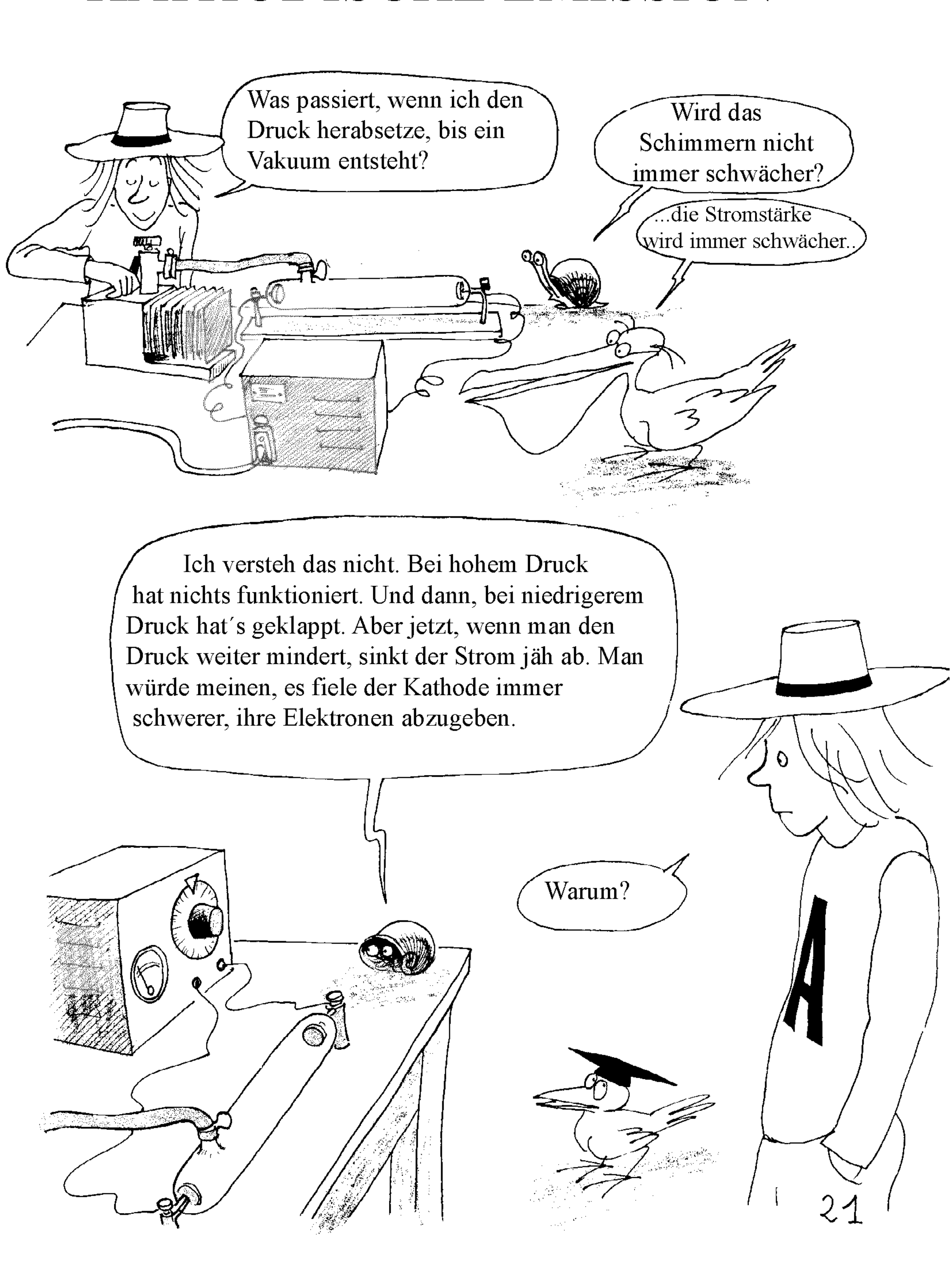
Die Zusammenstöße mit neutralen Atomen bremsen die Weitergabe der Ladungen. Nur die Elektronen, leicht und beweglich, schaffen es, sich einen Weg durch´s Gedränge zu bahnen.

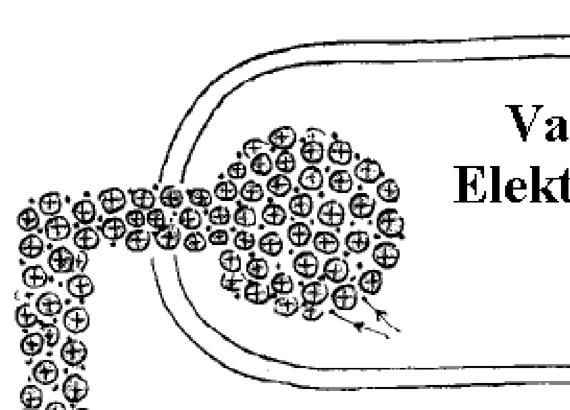
Was so viel heißt wie : In der Neonröhre bleibt der Ionenstrom gegenüber dem Elektronenstrom unbedeutend.



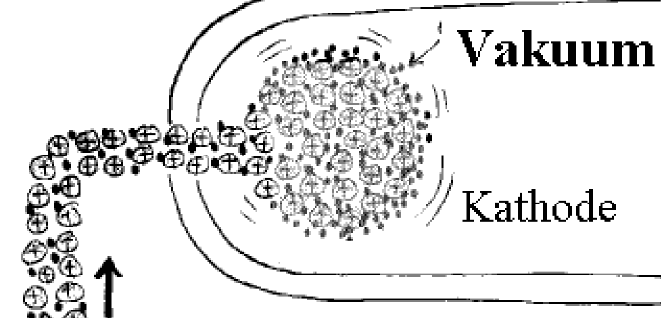


KATHODISCHE EMISSION

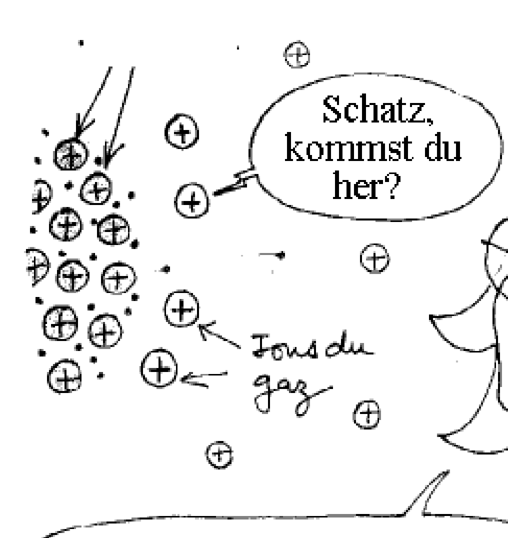




Die Kathode ist ein Metallstück, das aus Atomkernen, die positiv geladen sind und Elektronen besteht.



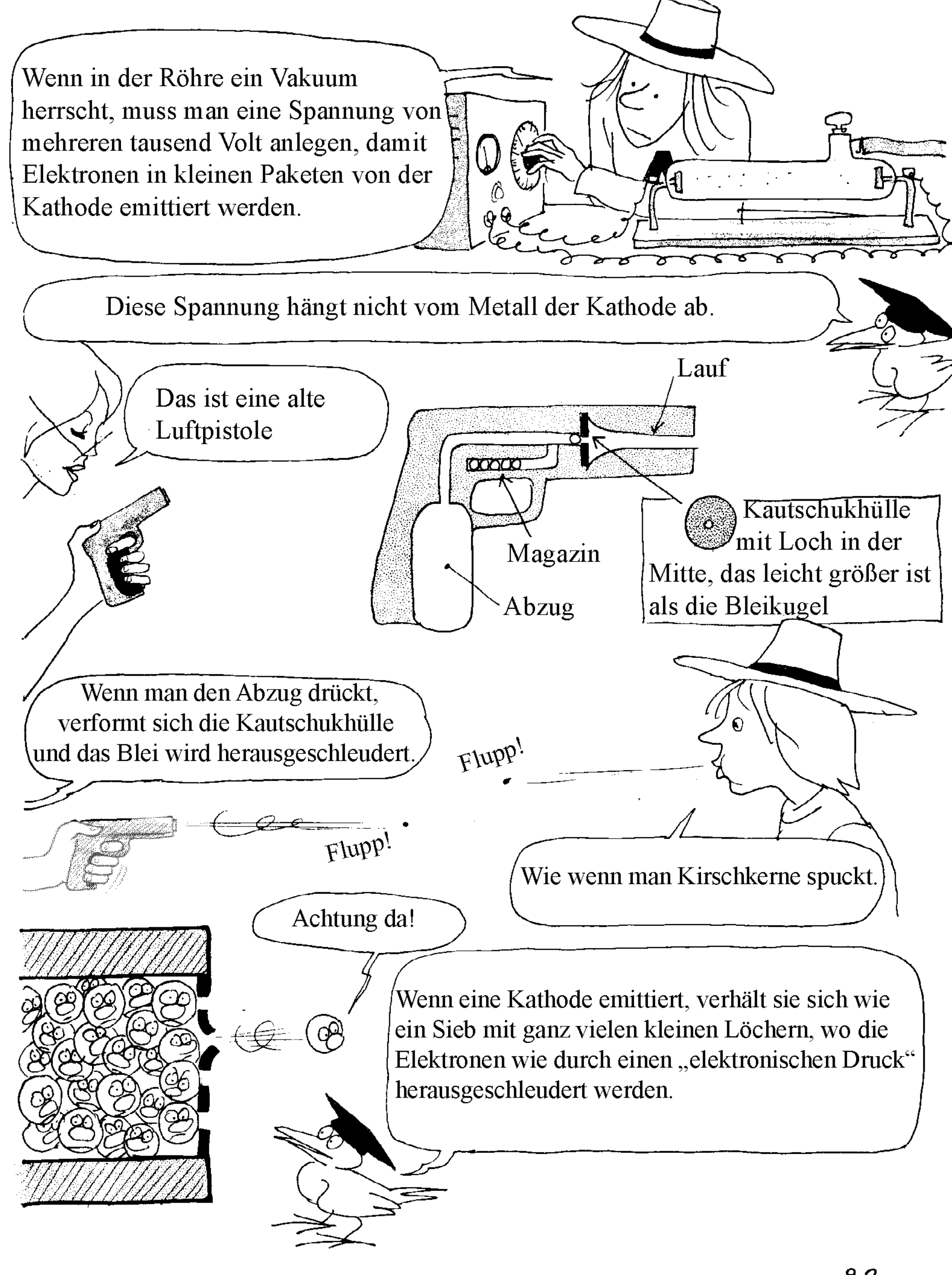
Ein elektrischer Generator sammelt freie Elektronen des Metalls in der Kathode. Wenn aber nicht genug Spannung vorhanden ist, bleibt dieser elektronische Druck zu schwach, um den Elektronen ein Sichloslösen von ihren Metallatomen zu erlauben.



Allerdings gibt es auch Gasatome in Ionenform, welche die Ionenwanderung begünstigen.

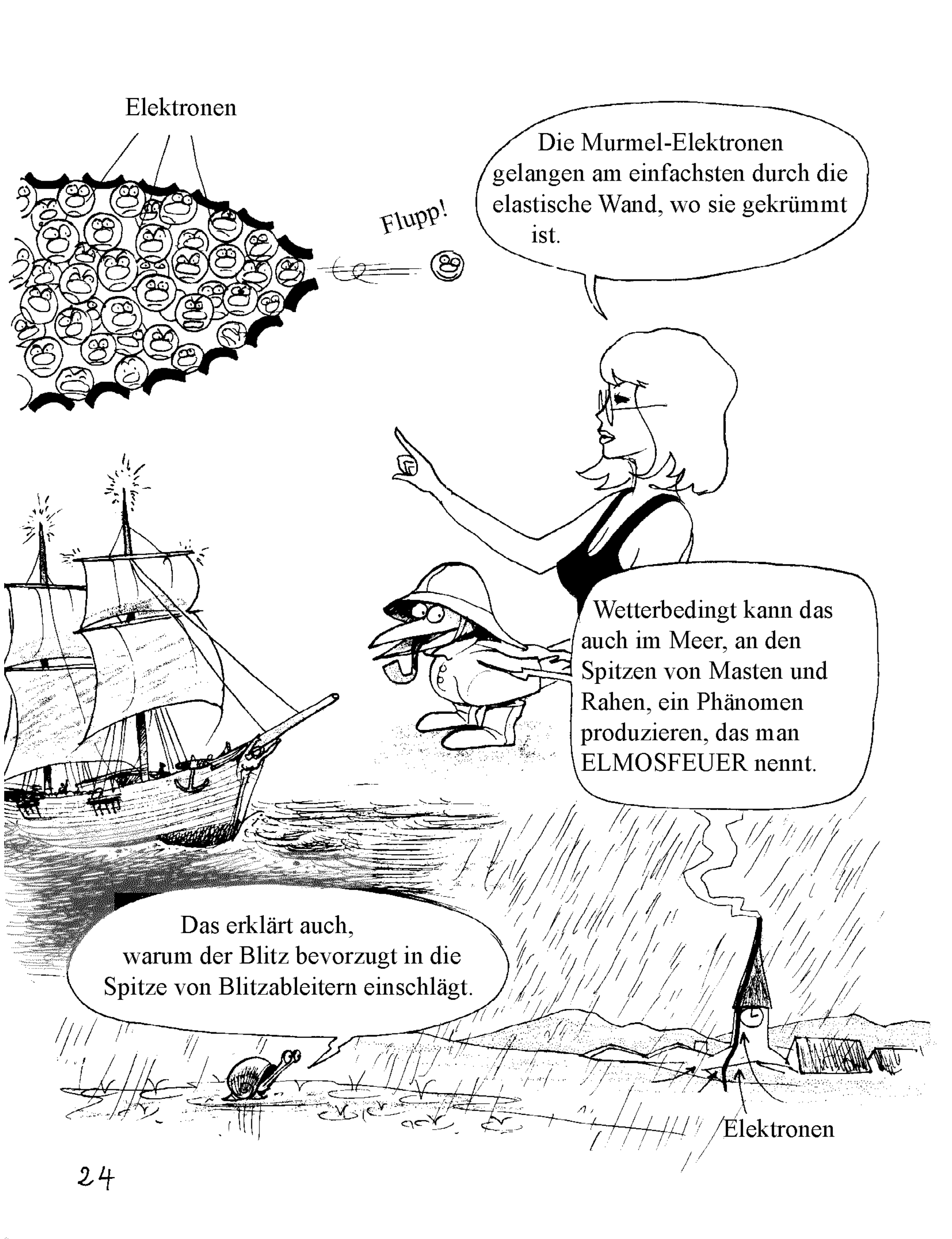
Wenn aber die Dichte des Gases zu hoch ist, kann der Strom auch nicht fließen. Das bedeutet, es gibt einen optimalen Druck.(*)

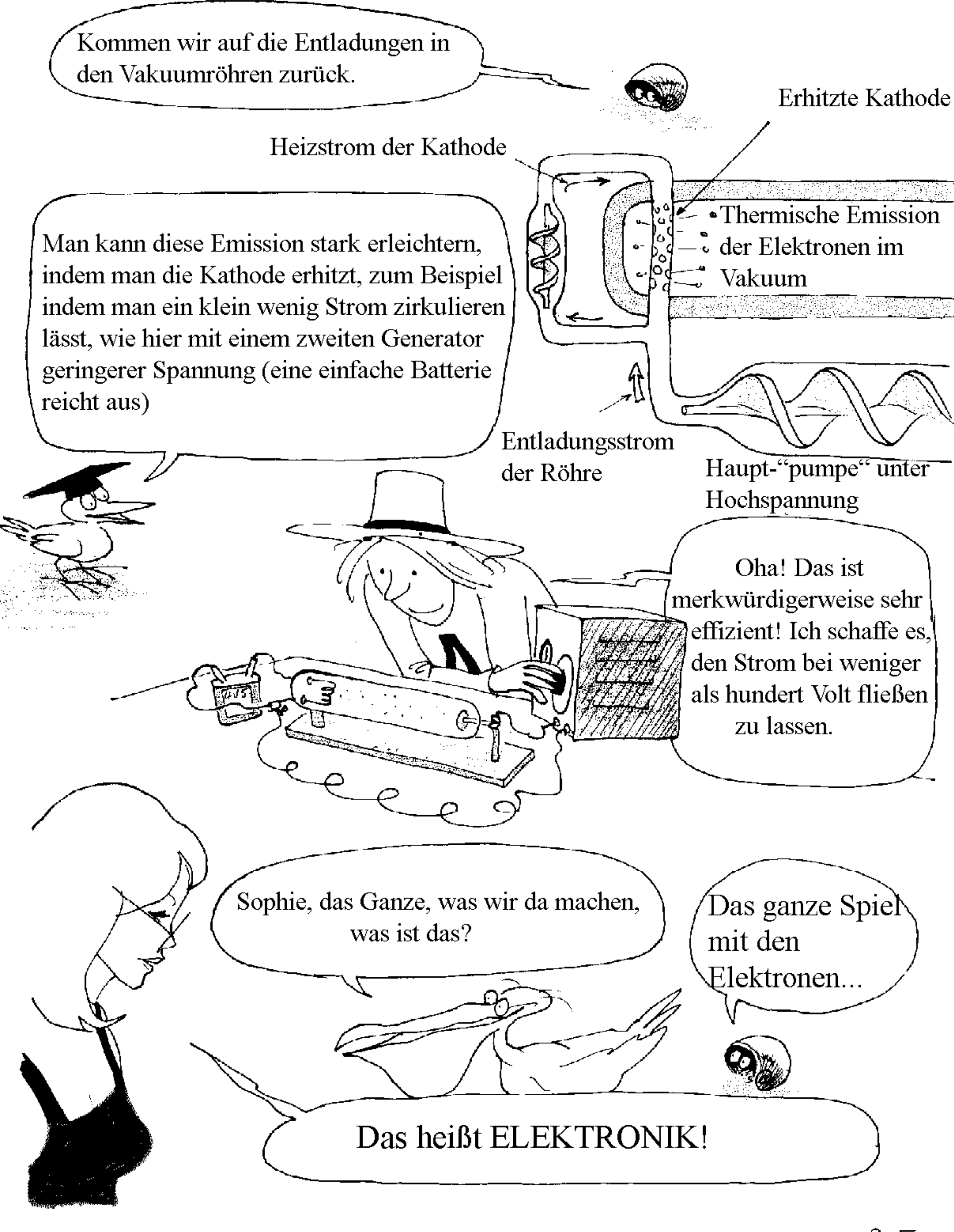
(*) Paschen-Minimum



Wenn in der Röhre ein Vakuum herrscht, muss man eine Spannung von mehreren tausend Volt anlegen, damit Elektronen in kleinen Paketen von der Kathode emittiert werden.
Diese Spannung hängt nicht vom Metall der Kathode ab.
Das ist eine alte Luftpistole
Lauf
Magazin
Abzug
Kautschukhülle mit Loch in der Mitte, das leicht größer ist als die Bleikugel
Wenn man den Abzug drückt, verformt sich die Kautschukhülle und das Blei wird herausgeschleudert.
Flupp!
Flupp!
Wie wenn man Kirschkerne spuckt.
Achtung da!
Wenn eine Kathode emittiert, verhält sie sich wie ein Sieb mit ganz vielen kleinen Löchern, wo die Elektronen wie durch einen „elektronischen Druck“ herausgeschleudert werden.

DIE SPITZENWIRKUNG





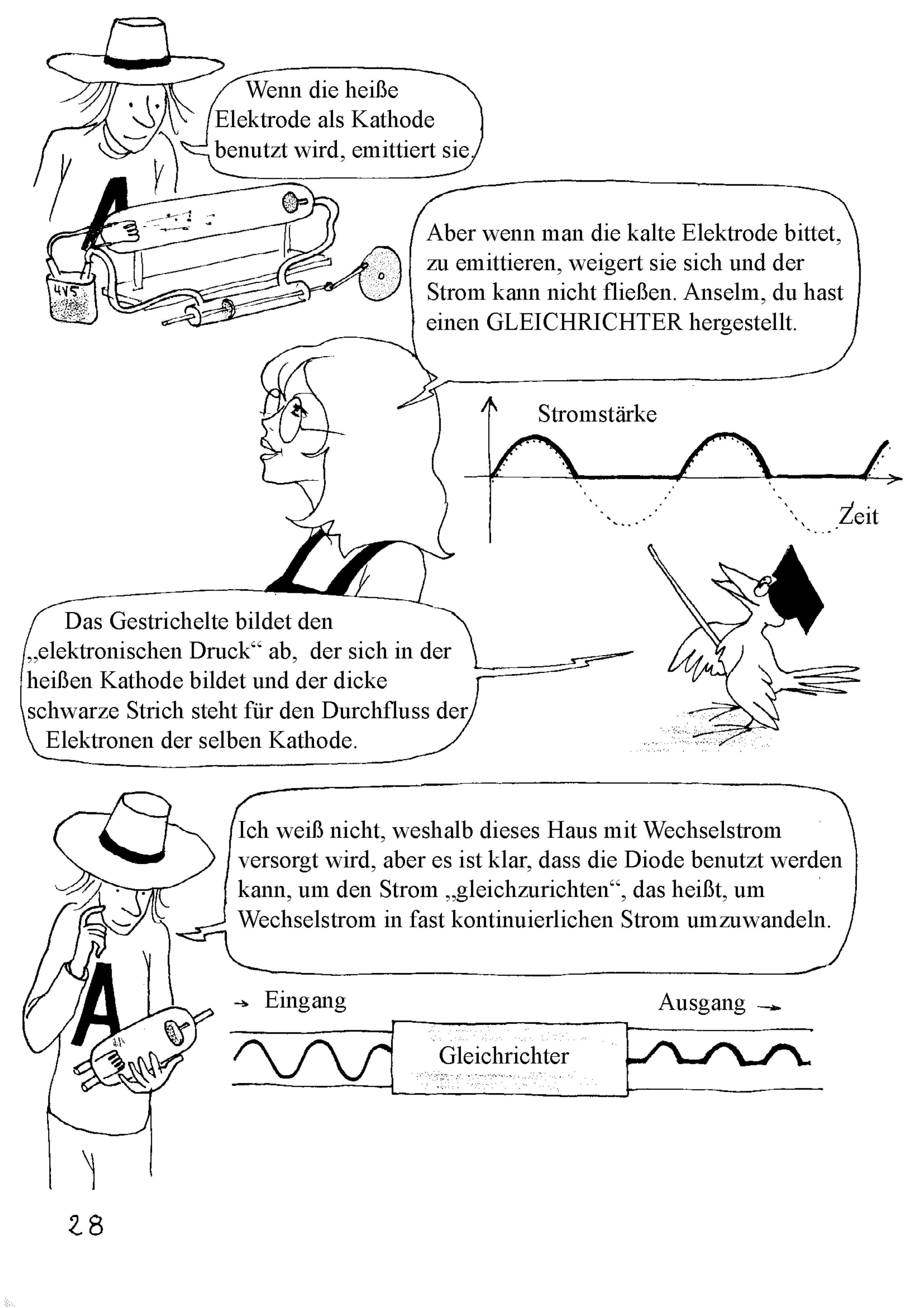
Kommen wir auf die Entladungen in den Vakuumröhren zurück.
Erhitzte Kathode
Heizstrom der Kathode
Thermische Emission der Elektronen im Vakuum
Man kann diese Emission stark erleichtern, indem man die Kathode erhitzt, zum Beispiel indem man ein klein wenig Strom zirkulieren lässt, wie hier mit einem zweiten Generator geringerer Spannung (eine einfache Batterie reicht aus)
Entladungsstrom der Röhre
Haupt-"pumpe" unter Hochspannung
Oha! Das ist merkwürdigerweise sehr effizient! Ich schaffe es, den Strom bei weniger als hundert Volt fließen zu lassen.
Sophie, das Ganze, was wir da machen, was ist das?
Das ganze Spiel mit den Elektronen...
Das heißt ELEKTRONIK!

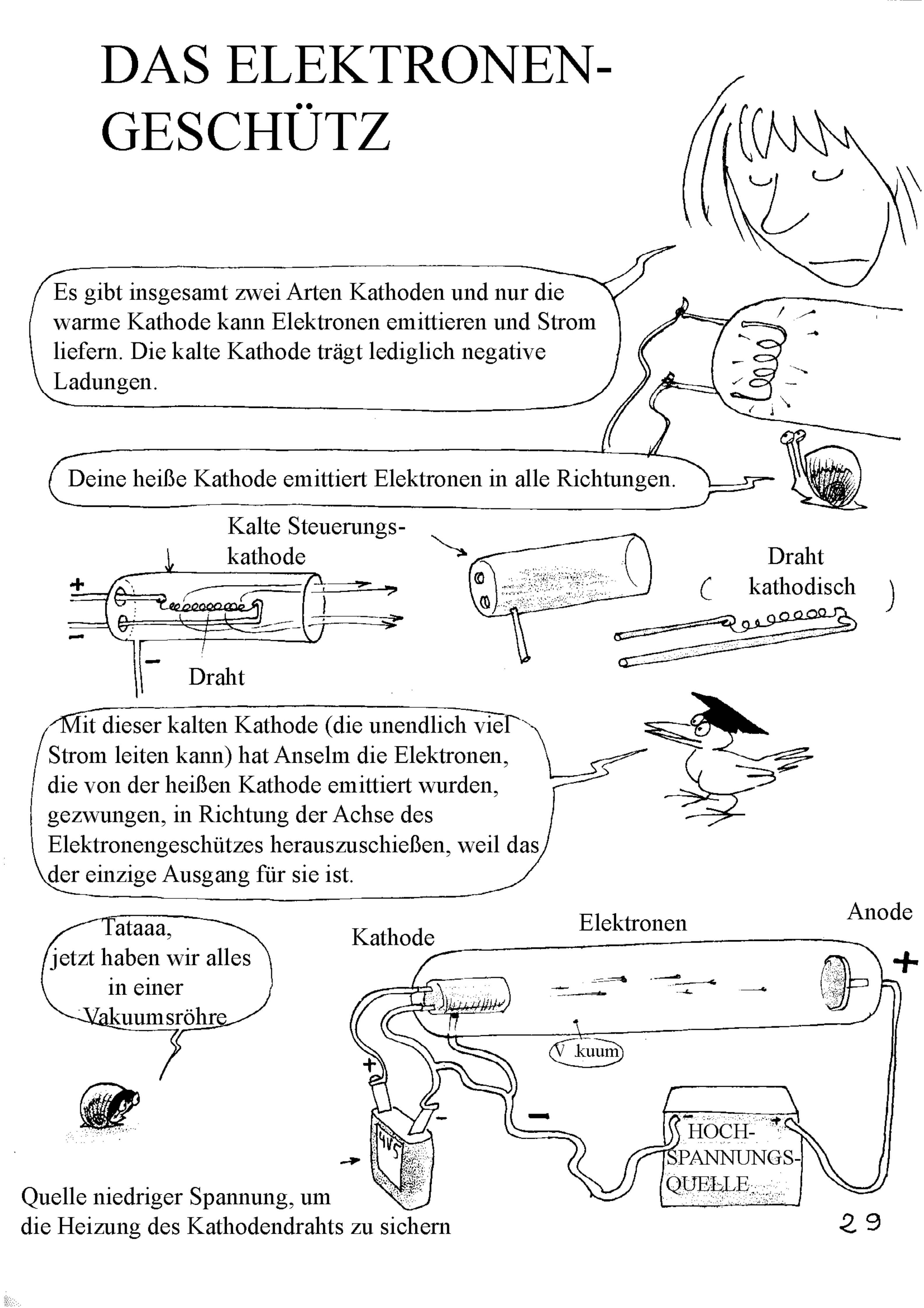

Was nutzt einem die Elektronik?
gewiss...
Hey Freunde, wartet!
Seit Beginn präsentiert man uns die elektrischen Generatoren wie eine Art Pumpe. Aber in diesem Haus ist das, was man macht, außer Fehlern, Wechselstrom.
Also, meine Süßen, ihr denkt, in so einem Haushalt sei alles offensichtlich?
WECHSEL-
STROM
Da haben wir also einen anderen Typ elektrischer Generatorpumpe, der auf wechselhafte Weise funktioniert.
Versteh nix...
Komische „Pumpe“ in der Tat, die abwechselnd anzieht und zurückweicht.
Also was denn, wo ist die Anode und wo die Kathode?


Die Elektroden erfüllen abwechselnd beide Rollen.
Kathode
Anode
Anode
Kathode
So was! Alles, was bisher gesagt wurde, ist immer noch gültig?
Die Elektronenlawine, die nicht-thermische Ionisierung und das ganze Zeug...
Hmm, logisch, ansonsten sehe ich nicht, wie die Neonröhre in der Küche mit 220 Volt Wechselstrom funktionieren könnte.

DIE DIODE

Aber was passiert, wenn ich Wechselstrom durch die Konstruktion von eben mit einer heißen und einer kalten Elektrode schicke?
A


Wenn die heiße Elektrode als Kathode benutzt wird, emittiert sie.
Aber wenn man die kalte Elektrode bittet, zu emittieren, weigert sie sich und der Strom kann nicht fließen. Anselm, du hast einen GLEICHRICHTER hergestellt.
Stromstärke
Zeit
Das Gestrichelte bildet den „elektronischen Druck“ ab, der sich in der heißen Kathode bildet und der dicke schwarze Strich steht für den Durchfluss der Elektronen der selben Kathode.
Ich weiß nicht, weshalb dieses Haus mit Wechselstrom versorgt wird, aber es ist klar, dass die Diode benutzt werden kann, um den Strom „gleichzurichten“, das heißt, um Wechselstrom in fast kontinuierlichen Strom umzuwandeln.
→ Eingang
Ausgang →
Gleichrichter


DAS ELEKTRONEN-
GESCHÜTZ
Es gibt insgesamt zwei Arten Kathoden und nur die warme Kathode kann Elektronen emittieren und Strom liefern. Die kalte Kathode trägt lediglich negative Ladungen.
Deine heiße Kathode emittiert Elektronen in alle Richtungen.
Kalte Steuerungs-
kathode
+
-
-
Draht
Draht
(kathodisch)
Mit dieser kalten Kathode (die unendlich viel Strom leiten kann) hat Anselm die Elektronen, die von der heißen Kathode emittiert wurden, gezwungen, in Richtung der Achse des Elektronengeschützes herauszuschießen, weil das der einzige Ausgang für sie ist.
Tataaa, jetzt haben wir alles in einer Vakuumsröhre
Kathode
Elektronen
Anode
+
V kuum
+
-
4V5
-
HOCH-
SPANNUNGS-
QUELLE
Quelle niedriger Spannung, um
die Heizung des Kathodendrahts zu sichern

DIE TRIODE



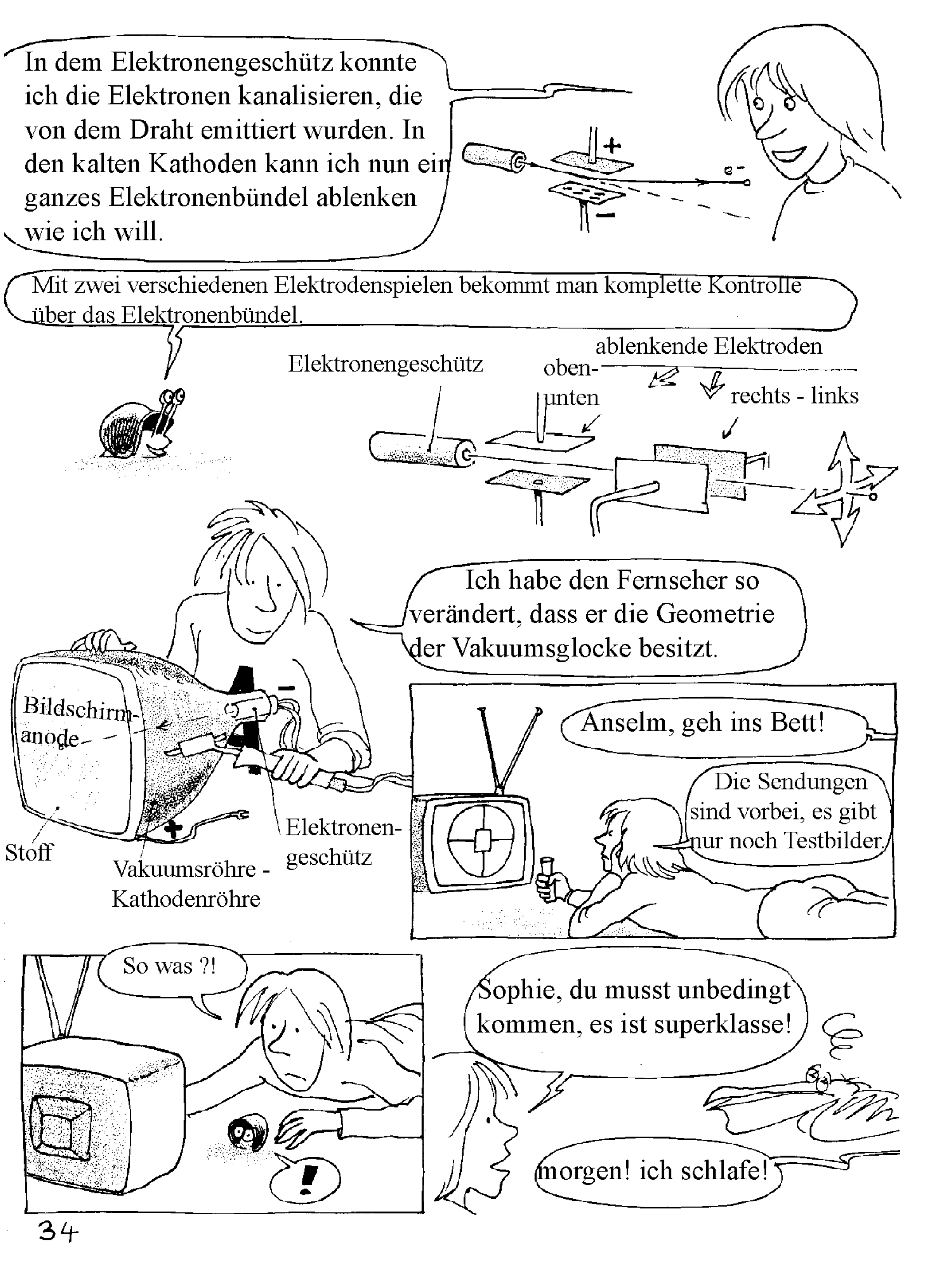
Die TRIODE, die drei Elektroden besitzt, ihre Anode, ihr Kathode und ihr Gitter ist die Basis der Stromverstärker.

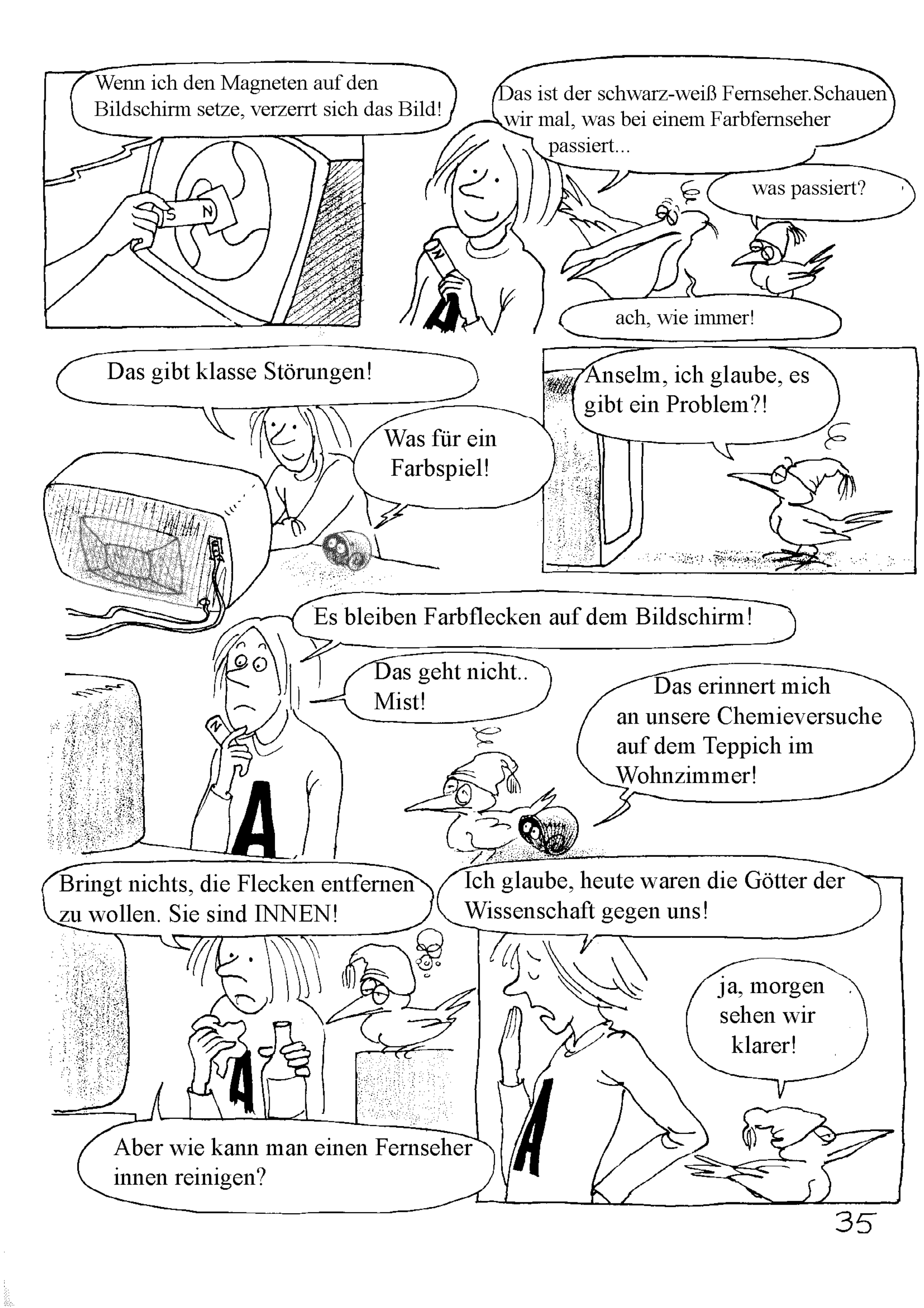

Also, die Elektronik?!
piezo-elektischer Kristall
Bewegung
der
Schallplatte
Diamant
Rillen
Der piezo-elektrische Kristall, eng am Diamant im Arm dieses Plattenspielers, nimmt die Impulse auf und gibt sie als schwache elektrische Stromstöße weiter. Der Strom wird umgeformt, nachdem er durch eine verstärkende Triode abgegeben wurde,
Tja, man ahnt nicht, welch komplexe Gesetze in einer Küche, in einem Bad oder in einem Wohnzimmer am Werk sind.
Man würde schon zögern, einen Toaster zu benutzen.
Und ein Fernseher, wie funktioniert der?
Was lässt den Bildschirm leuchten?
...und noch eine Frage!
Komme schon!

FLUORESZENZ




Ich habe eine Messerspitze fluoreszenten Stoff auf die Innenwand der Glocke aufgetragen. Die Pumpe ist darunter.
Ich sehe die Schießkathode und die Sammelanode.
Schönes Material!
Man stellt ein Vakuum her...und dann?
+
–
Erinnere dich an die Bleipistole von eben. Die Kathode schleudert die Elektronen mit einer Geschwindigkeit, einer kinetischen Energie m heraus, gegenüber welcher die Anziehungskraft der Anode sehr gering ist.
Die Elektronen sehen so aus, als würden sie sich über die Position der Anode lustig machen.
Aber am Ende werden doch die Elektronen von der Anode eingesammelt?!
Bing
+
–
Sie fließen langsam auf sie zu, nachdem sie ihre Energie beim Anstoßen an das Glas verloren haben.


In dem Elektronengeschütz konnte ich die Elektronen kanalisieren, die von dem Draht emittiert wurden. In den kalten Kathoden kann ich nun ein ganzes Elektronenbündel ablenken wie ich will.
+
-
Mit zwei verschiedenen Elektrodenspielen bekommt man komplette Kontrolle über das Elektronenbündel.
ablenkende Elektroden
Elektronengeschütz
oben-unten
rechts - links
Ich habe den Fernseher so verändert, dass er die Geometrie der Vakuumsglocke besitzt.
Bildschirm-anode
Stoff
Vakuumsröhre - Kathodenröhre
Elektronen-geschütz
Anselm, geh ins Bett!
Die Sendungen sind vorbei, es gibt nur noch Testbilder.
So was ?!
!
Sophie, du musst unbedingt kommen, es ist superklasse!
morgen! ich schlafe!


Wenn ich den Magneten auf den Bildschirm setze, verzerrt sich das Bild!
Das ist der schwarz-weiß Fernseher.Schauen wir mal, was bei einem Farbfernseher passiert...
was passiert?
ach, wie immer!
Das gibt klasse Störungen!
Was für ein Farbspiel!
Anselm, ich glaube, es gibt ein Problem?!
Es bleiben Farbflecken auf dem Bildschirm!
Das geht nicht.. Mist!
Das erinnert mich an unsere Chemieversuche auf dem Teppich im Wohnzimmer!
Bringt nichts, die Flecken entfernen zu wollen. Sie sind INNEN!
Aber wie kann man einen Fernseher innen reinigen?
Ich glaube, heute waren die Götter der Wissenschaft gegen uns!
ja, morgen sehen wir klarer!

DIE LAPLACE-KRAFT





(*) Wenn man sie kombiniert, erhält man alle Farben des Regenbogens.

Ok, gut, der Bildschirm ist sauber, aber ich weiß immer noch nicht wie die elektrische Energie zu uns nach Hause kommt - noch wie ein einfacher Mixer funktioniert.



Rate mal. Du hast alles dazu im Haus.

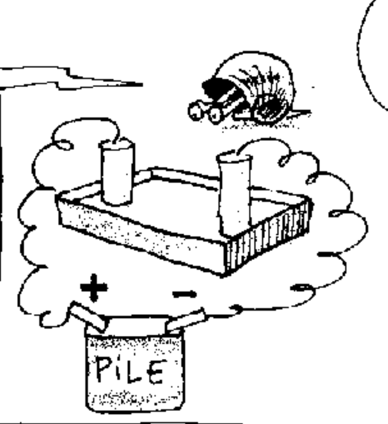


Die ist vielleicht gut! Was hab ich hier? Magneten, elektrische Kabel, Salz, Wasser. Es gibt noch nicht mal etwas, um eine Batterie zu bauen.

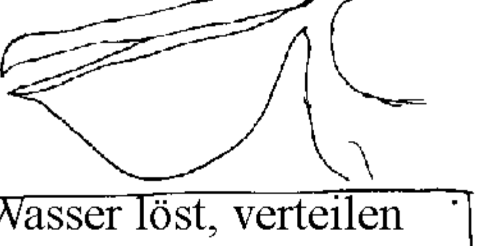
Fließt eigentlich Strom durch Flüssigkeiten?

ELEKTROLYTE

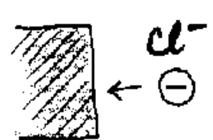
Gut. In Metallen gibt es jede Menge Elektronen, die sich vor allem bewegen wollen. Um den Strom fließen zu lassen, wird das Gas zum Plasma. Und wie steht es mit den Flüssigkeiten?

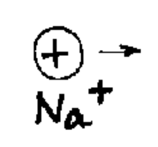


Ich nehme an, da gibt es auch freie Elektronen!?



Wenn man Küchensalz (Natriumchlorid, NaCl) in Wasser löst, verteilen sich die Elektronen in der Flüssigkeit, das Chlor schnappt sich ein Elektron vom Natrium. Dieses Chlorion, Cl- wandert zur Anode, während das Na+ ion zur Kathode wandert.





Die Direktion

Kurz gesagt, in Flüssigkeiten fließt der Strom nicht aufgrund einer Bewegung freier Elektronen wie in Metallen, aber es gibt einen IONENTRANSPORT.

Was passiert mit den Ionen? Dringen sie in die Elektroden ein?

Nein, das Chlorion überlässt sein Elektron der Anode und ein anderes Elektron, das von der Kathode kommt, neutralisiert das Natriumion.

Das wär dann alles...

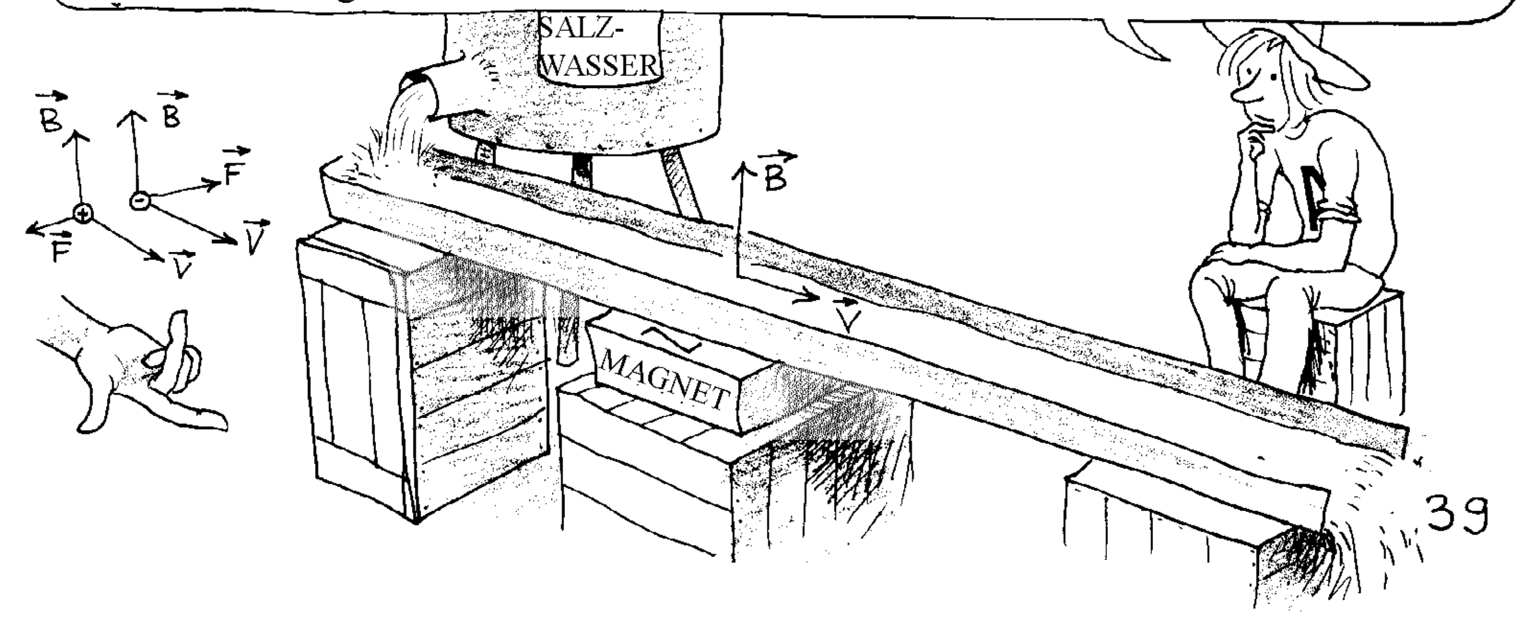
Und was macht eigentlich Lanturlu in der Zeit?

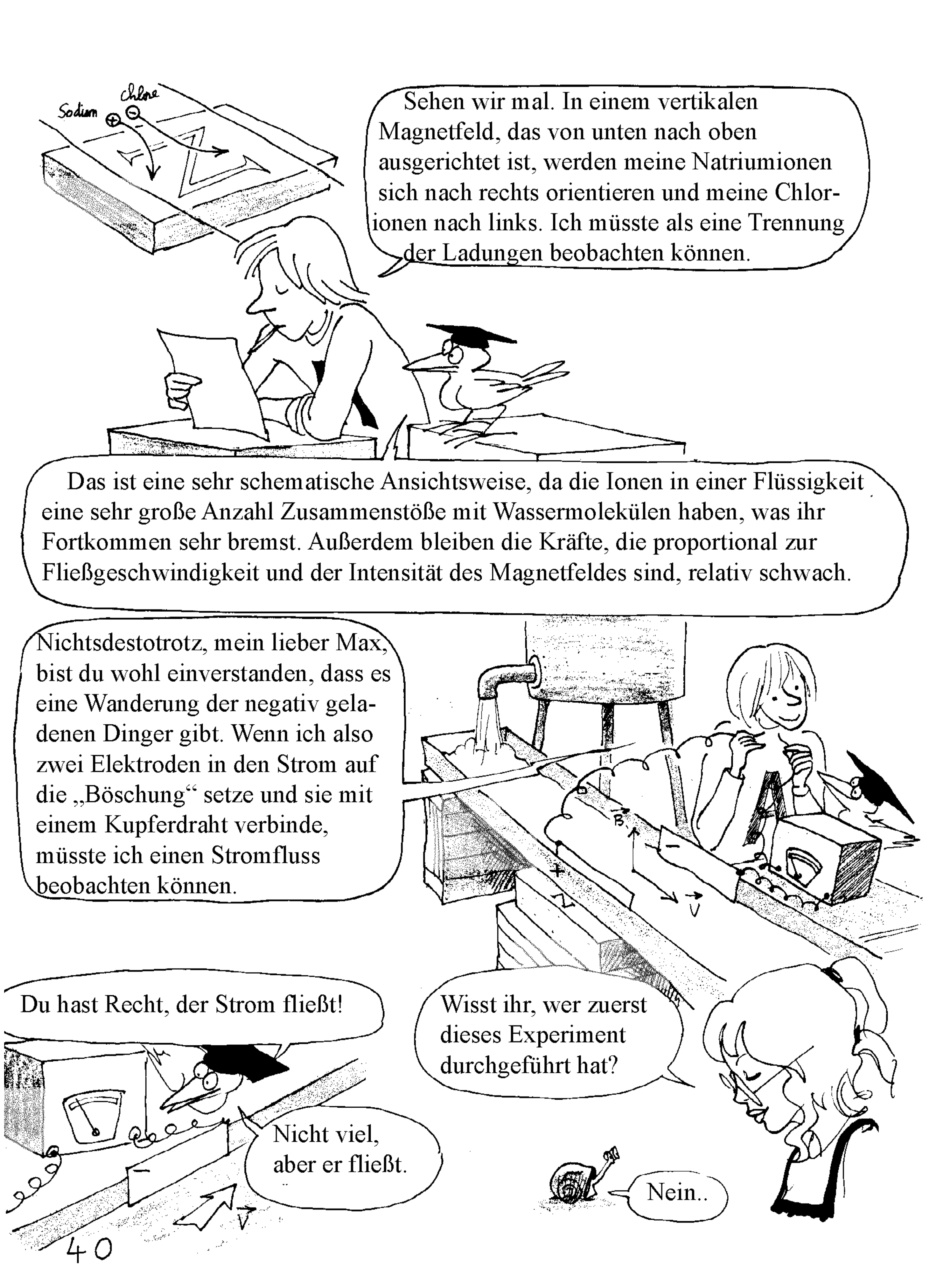
Scheint, als ob er zur Hydraulik zurückgekehrt ist..

Holen wir schon mal die Putzlappen!

ELEKTROMOTORISCHE KRAFT

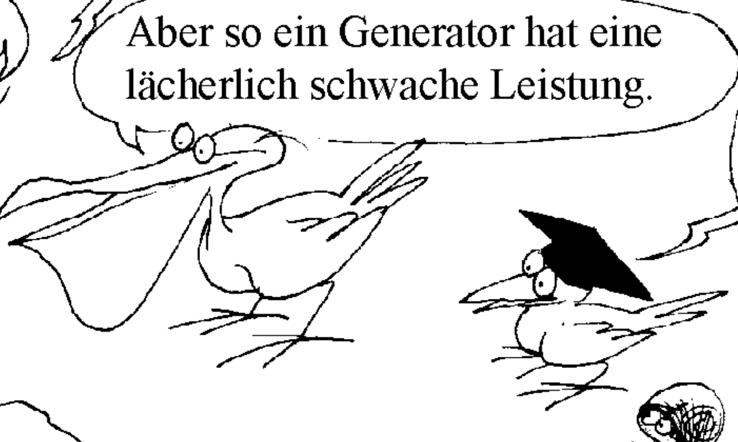
Sophie sagt, jede elektrische Ladung in einem Magnetfeld erfährt die Laplace-Kraft. Logischerweise müsste sich diese Kraft auch auf die Cl- und Na+ Ionen auswirken, die sich im bewegten Salzwasser befinden.




Chlore
Sodium
Sehen wir mal. In einem vertikalen Magnetfeld, das von unten nach oben ausgerichtet ist, werden meine Natriumionen sich nach rechts orientieren und meine Chlorionen nach links. Ich müsste als eine Trennung der Ladungen beobachten können.
Das ist eine sehr schematische Ansichtsweise, da die Ionen in einer Flüssigkeit eine sehr große Anzahl Zusammenstöße mit Wassermolekülen haben, was ihr Fortkommen sehr bremst. Außerdem bleiben die Kräfte, die proportional zur Fließgeschwindigkeit und der Intensität des Magnetfeldes sind, relativ schwach.
Nichtsdestotrotz, mein lieber Max, bist du wohl einverstanden, dass es eine Wanderung der negativ geladenen Dinger gibt. Wenn ich also zwei Elektroden in den Strom auf die „Böschung“ setze und sie mit einem Kupferdraht verbinde, müsste ich einen Stromfluss beobachten können.
Du hast Recht, der Strom fließt!
Nicht viel, aber er fließt.
Wisst ihr, wer zuerst dieses Experiment durchgeführt hat?
Nein..

Das war der Engländer Michael Faraday im Jahre 1857. Er hat das Brackwasser der Temse bei Ebbe und Flut benutzt..und die vertikale Linie des Magnetfeldes unserer Erde: kaum ein Zehntel Gauss (*). Er erfindet so diese Art elektrischen Generator, man spricht von MAGNETOHYDRODYNAMIK, abgekürzt MHD.

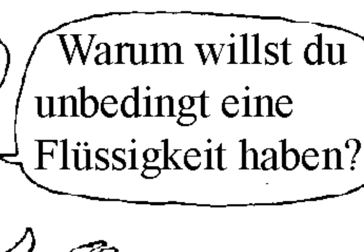
Aber so ein Generator hat eine lächerlich schwache Leistung.



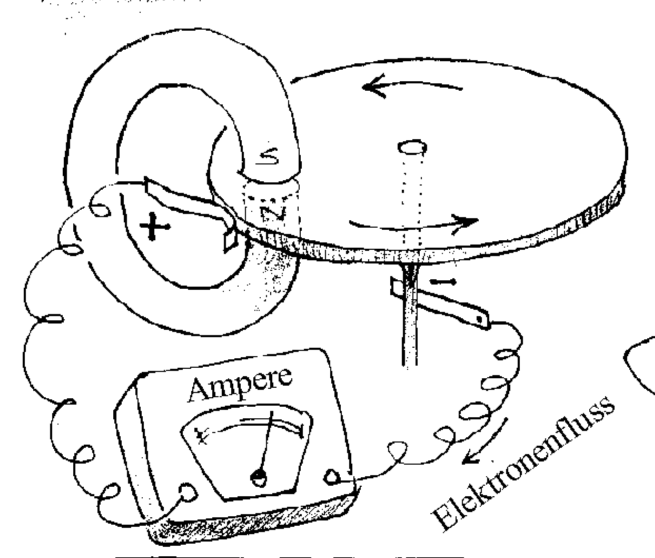
Wasser ist vielleicht nicht der beste Weg, um einen elektrischen Generator herzustellen.

Was soll man denn benutzen? Schmelzflüssiges Kupfer?

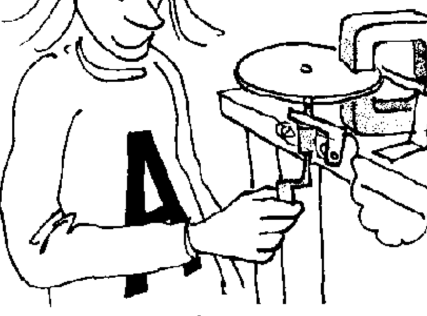
Warum willst du unbedingt eine Flüssigkeit haben?



BARLOWSCHES RAD

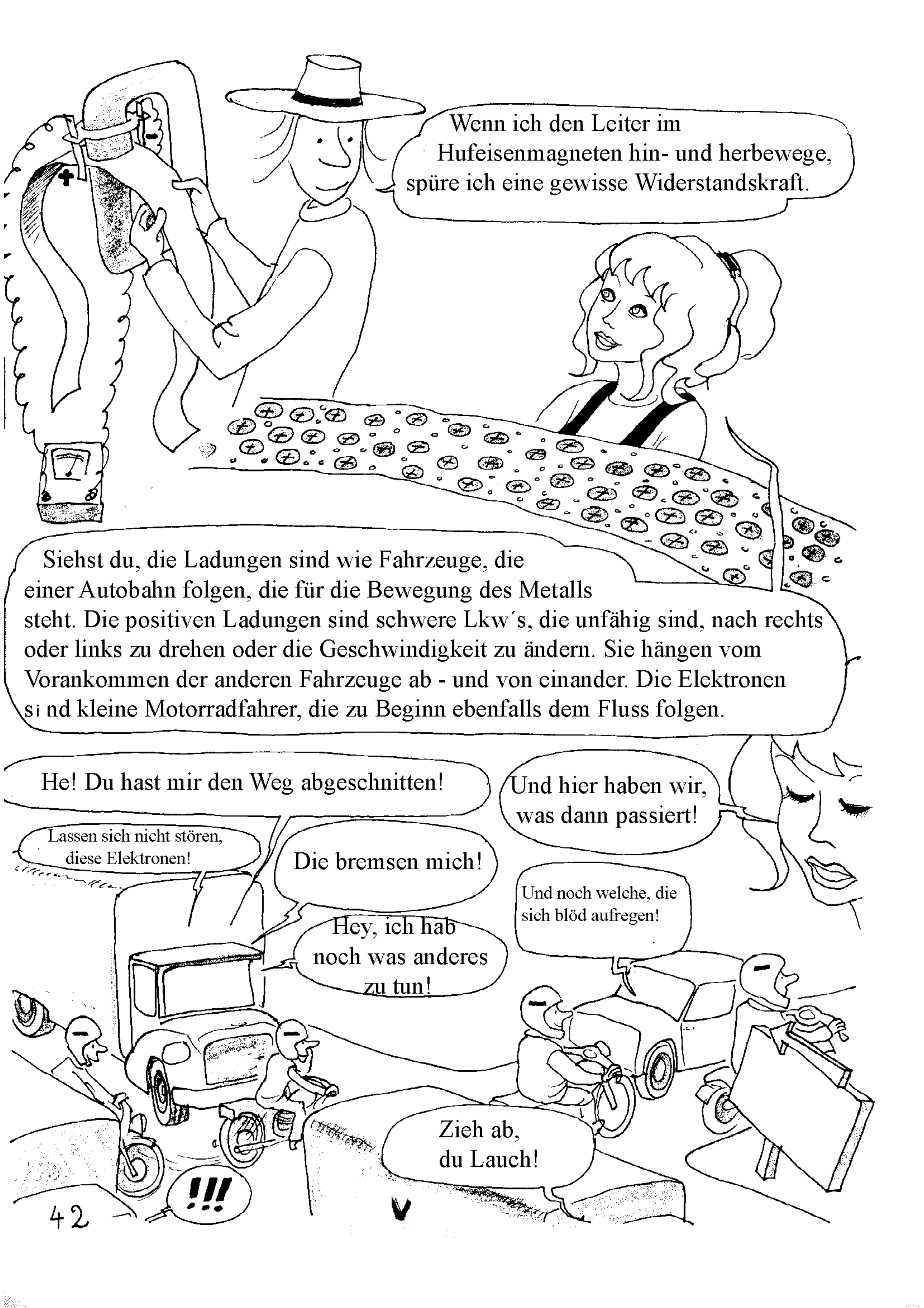


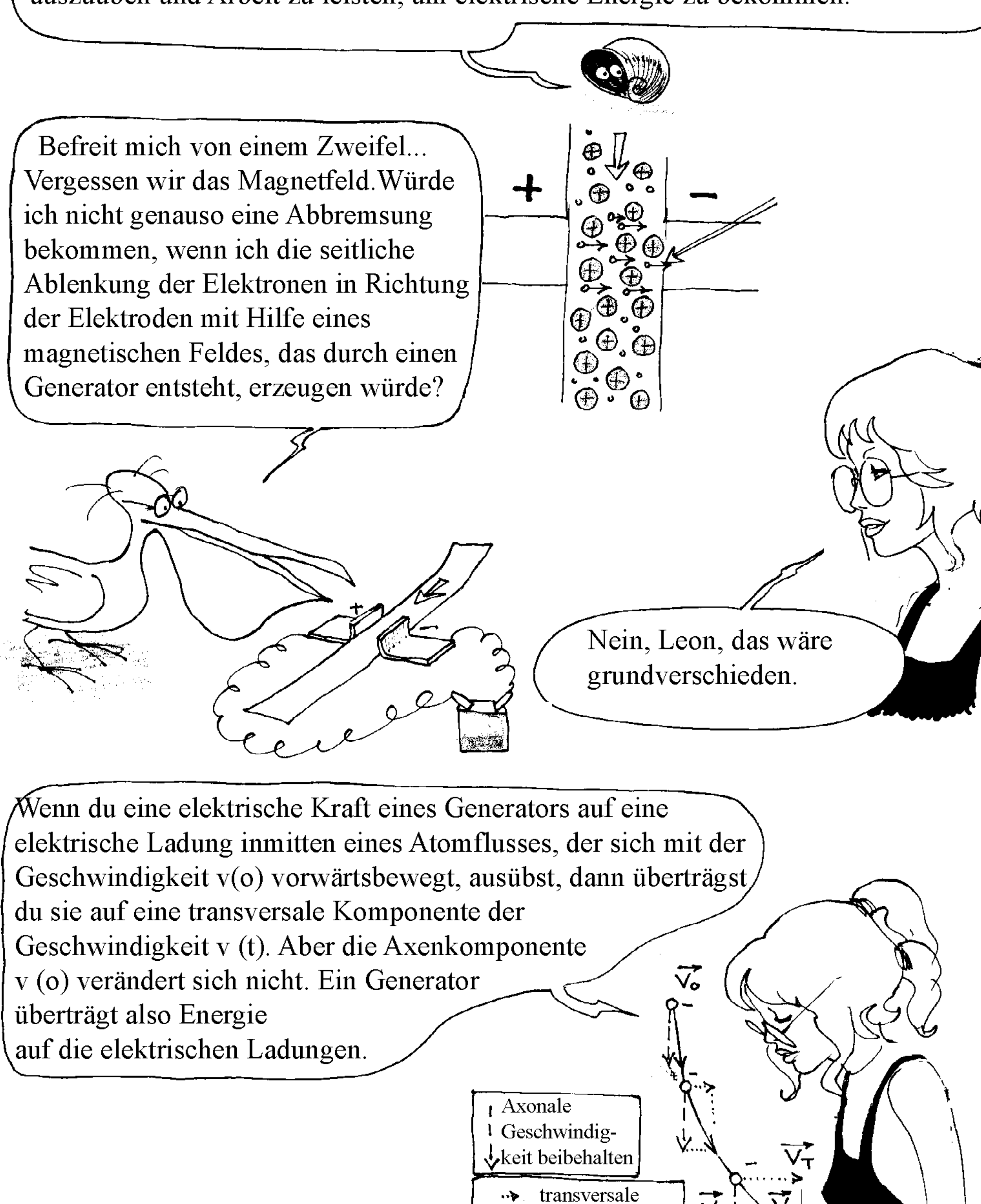
Sophie hat vollkommen Recht. Wenn ich diese Metallplatte im Innern des Hufeisenmagneten drehe, wandern die elektrischen Ladungen und die Elektronen erscheinen hier, weil die positiven Ladungen des Metalls sich ja nicht in seinem Innern bewegen können.

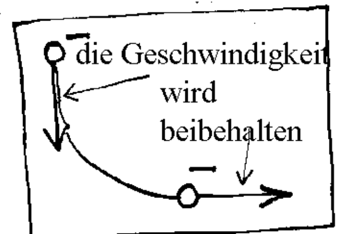


Da haben wir unseren ersten elektrischen GENERATOR.

*


Wenn ich den Leiter im Hufeisenmagneten hin- und herbewege, spüre ich eine gewisse Widerstandskraft.
Siehst du, die Ladungen sind wie Fahrzeuge, die einer Autobahn folgen, die für die Bewegung des Metalls steht. Die positiven Ladungen sind schwere Lkw´s, die unfähig sind, nach rechts oder links zu drehen oder die Geschwindigkeit zu ändern. Sie hängen vom Vorankommen der anderen Fahrzeuge ab - und von einander. Die Elektronen sind kleine Motorradfahrer, die zu Beginn ebenfalls dem Fluss folgen.
He! Du hast mir den Weg abgeschnitten!
Und hier haben wir, was dann passiert!
Lassen sich nicht stören, diese Elektronen!
Die bremsen mich!
Und noch welche, die sich blöd aufregen!
Hey, ich hab noch was anderes zu tun!
Zieh ab, du Lauch!
!!!


Hier auf mikroskopischem Niveau die Erklärung, weshalb es nötig ist, eine Kraft auszuüben und Arbeit zu leisten, um elektrische Energie zu bekommen.
Befreit mich von einem Zweifel... Vergessen wir das Magnetfeld.Würde ich nicht genauso eine Abbremsung bekommen, wenn ich die seitliche Ablenkung der Elektronen in Richtung der Elektroden mit Hilfe eines magnetischen Feldes, das durch einen Generator entsteht, erzeugen würde?
+
–
Nein, Leon, das wäre grundverschieden.
Wenn du eine elektrische Kraft eines Generators auf eine elektrische Ladung inmitten eines Atomflusses, der sich mit der Geschwindigkeit v(o) vorwärtsbewegt, ausübst, dann überträgst du sie auf eine transversale Komponente der Geschwindigkeit v (t). Aber die Axenkomponente v (o) verändert sich nicht. Ein Generator überträgt also Energie auf die elektrischen Ladungen.
Axonale Geschwindigkeit beibehalten
transversale Komponente : verändert
$\vec{V_0}$
$\vec{V_T}$
$\vec{V}$



Ein transversales (quer verlaufendes) Magnetfeld hingegen verändert die kinetische Energie 1/2m V² des geladenen Teilchens nicht. Die Richtung der Bewegung ändert sich, aber nicht ihre Intensität. In diesem Fall wird die axiale Komponente dieser Geschwindigkeit kleiner, wie der generelle Fluss, der auch kleiner wird.



Ok, aber in beiden Fällen stimuliere ich meine freien Elektronen transversal, also von der Seite.

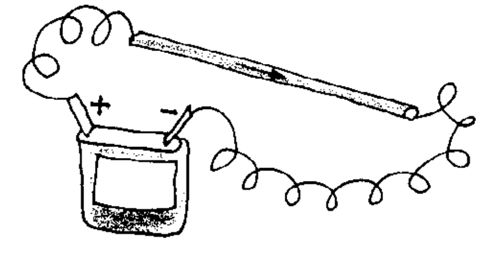
Also müsste ich eine transverse Kraft beobachten können.

Leon, du vergisst, dass die Laplace-Kraft sich dabei auf die positiven Ladungen ausübt und sich die beiden Kräfte kompensieren.



...die elektrischen Ladungen, die stark an den Leiter gebunden sind, übertragen die Kraft ständig, wohingegen die freien Ladungen die Kraft periodisch durch das Kollisionsspiel weitergeben.

Das bedeutet, wenn Elektrizität durch eine Leitung fließt, bleibt sie im Innern.

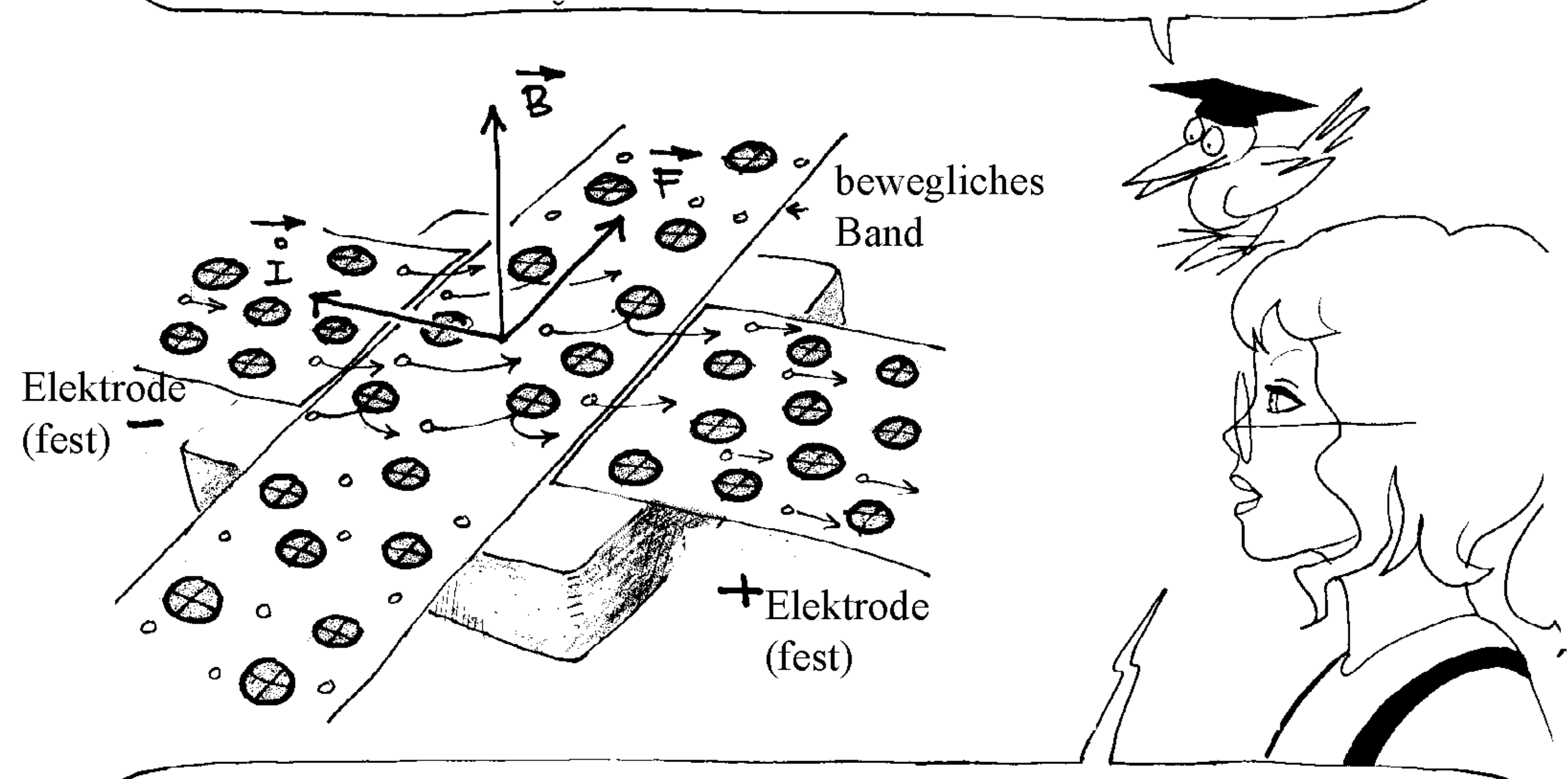


DER ELEKTROMOTOR

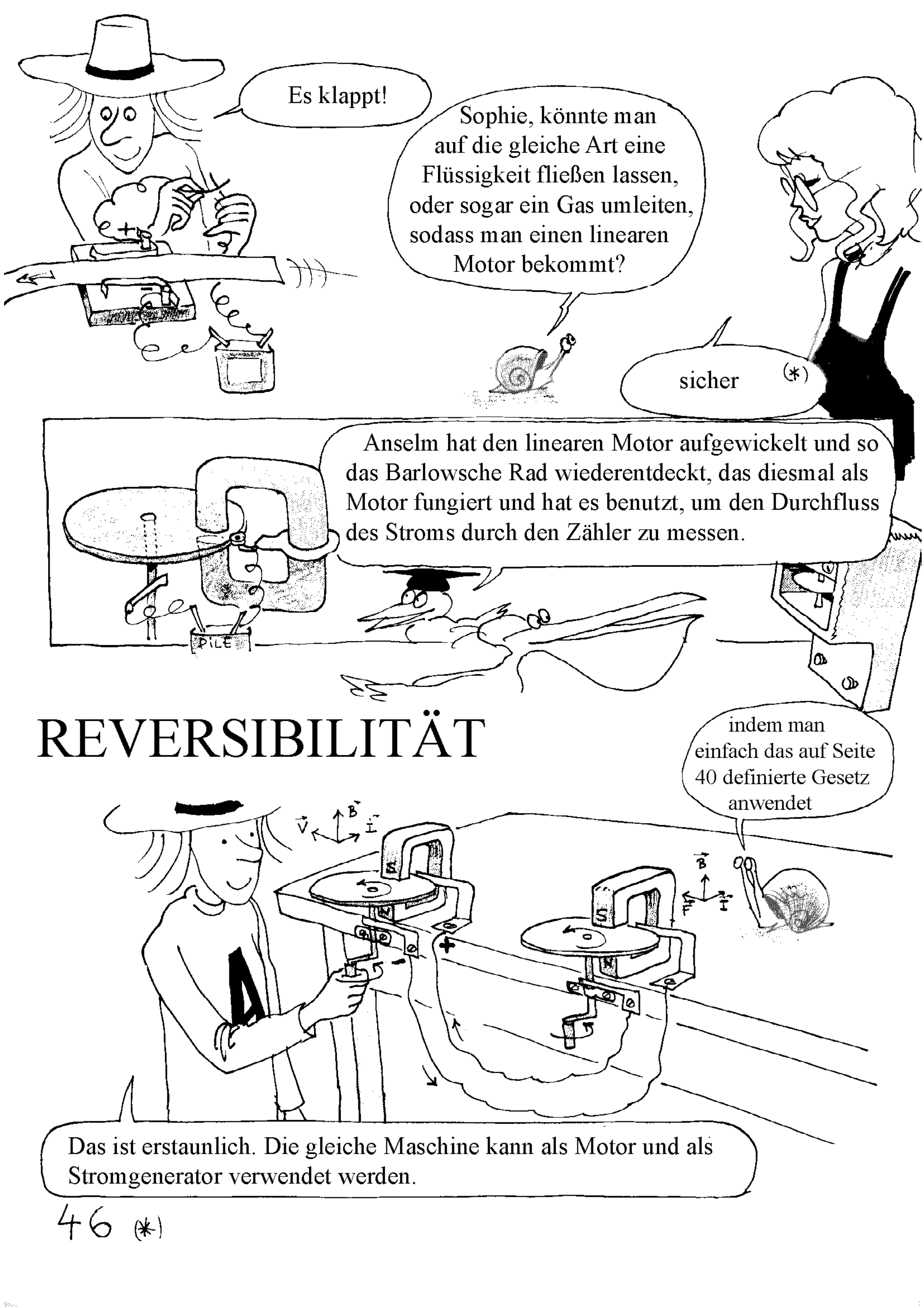


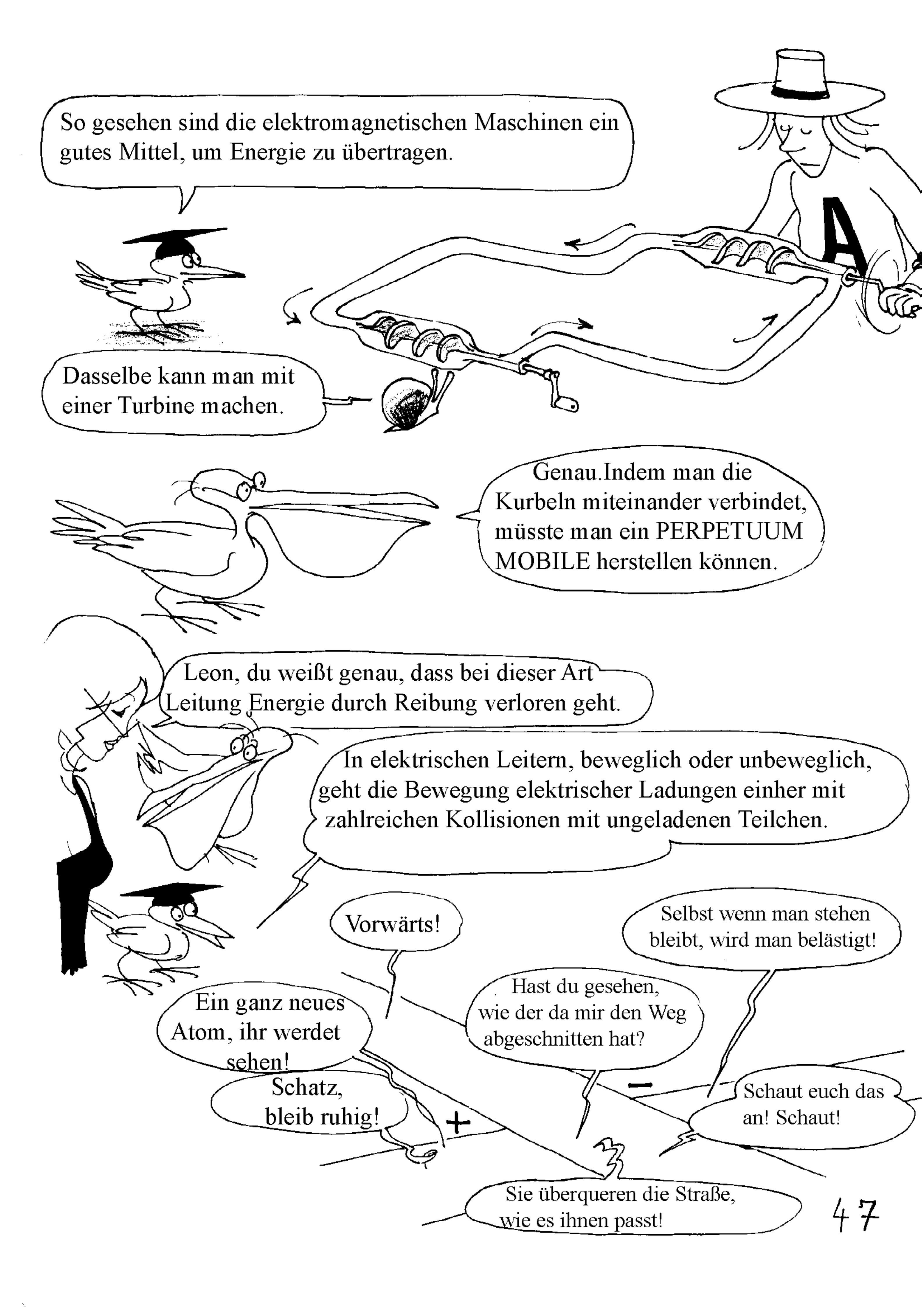
Das bringt mich auf eine Idee. Indem ich den Strom transversal im leitenden Band zirkulieren lasse, erzeuge ich keine Kraft, das habe ich verstanden. Aber was passiert, wenn ich zwei Effekte kombiniere: den Stromfluss dank des Generators und die Rotation des Geschwindigkeitsvektors aufgrund des Magnetfelds, das im rechten Winkel zur Geschwindigkeit der Ladungsbewegung steht?

Der Generator wird die Elektronen in Bewegung setzen, die dann das Band durchdringen, indem sie von der Kathode zur Anode wandern.Aber das magnetische Feld, das ihren Weg krümmt, wird einen Teil ihres Impulses gemäß der Axe des Bandes übertragen, auf das so eine Kraft ausgeübt wird.



Die Analyse des mikroskopischen Verhaltens , in atomarem Maßstab, erlaubt, das makroskopische Verhalten im Maßstab des Experiments abzuleiten.


Es klappt!
Sophie, könnte man auf die gleiche Art eine Flüssigkeit fließen lassen, oder sogar ein Gas umleiten, sodass man einen linearen Motor bekommt?
sicher (*)
Anselm hat den linearen Motor aufgewickelt und so das Barlowsche Rad wiederentdeckt, das diesmal als Motor fungiert und hat es benutzt, um den Durchfluss des Stroms durch den Zähler zu messen.
PILE
REVERSIBILITÄT
indem man einfach das auf Seite 40 definierte Gesetz anwendet
Das ist erstaunlich. Die gleiche Maschine kann als Motor und als Stromgenerator verwendet werden.



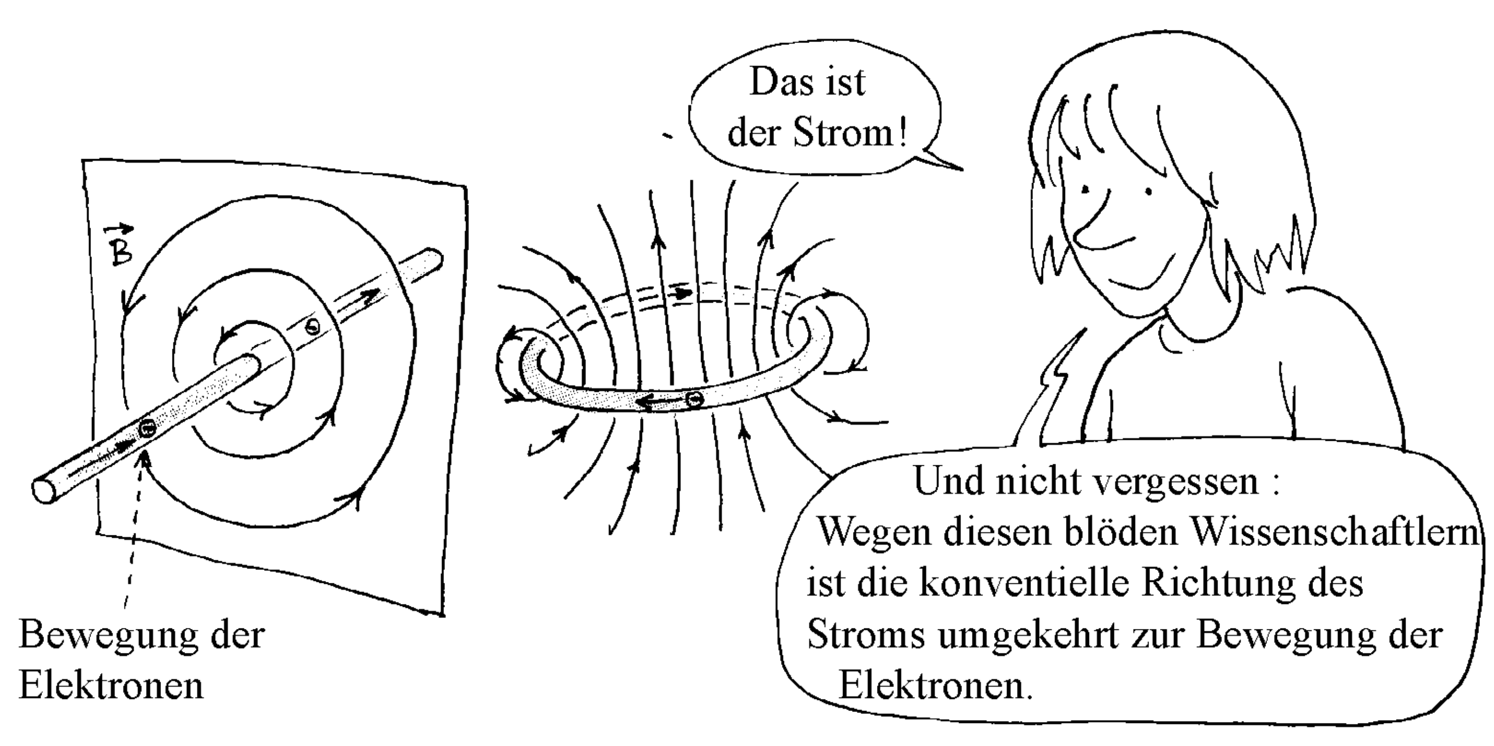
So gesehen sind die elektromagnetischen Maschinen ein gutes Mittel, um Energie zu übertragen.
Dasselbe kann man mit einer Turbine machen.
A
Genau.Indem man die Kurbeln miteinander verbindet, müsste man ein PERPETUUM MOBILE herstellen können.
Leon, du weißt genau, dass bei dieser Art Leitung Energie durch Reibung verloren geht.
In elektrischen Leitern, beweglich oder unbeweglich, geht die Bewegung elektrischer Ladungen einher mit zahlreichen Kollisionen mit ungeladenen Teilchen.
Vorwärts!
Selbst wenn man stehen bleibt, wird man belästigt!
Hast du gesehen, wie der da mir den Weg abgeschnitten hat?
Ein ganz neues Atom, ihr werdet sehen!
Schatz, bleib ruhig!
+
–
Schaut euch das an! Schaut!
Sie überqueren die Straße, wie es ihnen passt!

RELATIVITÄT





Schau! Ich produziere Strom. Es geht!
Das bedeutet einfach, dass bei der Laplace-Kraft das Entscheidende die Geschwindigkeit der Ladungen und des Magneten im Verhältnis zueinander ist.
DIE MAGNETEN
Sophie, was ist ein MAGNETISCHES FELD?
Die richtige Frage wäre: Für was ist es gut?
Wie? Für was es gut ist?
Zwei elektrische Ladungen im Ruhezustand ziehen sich an oder stoßen sich ab, je nach dem, ob sie das gleiche oder unterschiedliche Vorzeichen haben.
Und es wird im magnetischen Feld eine Kraft auf sie audgeübt, wenn sie sich nach den Kraftlinien orientieren.
Ok, aber wer stellt das Magnetfeld her?



Aber gibt es keinen Strom in diesem Dauermagneten?

Man kann jedes Atom als einen Minimagneten ansehen, dessen Magnetfeld durch die Orbitalbewegung der Elektronen um den Kern herum entsteht. In einem Dauermagneten sind diese Minimagneten parallel zu einander

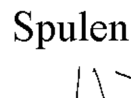
N

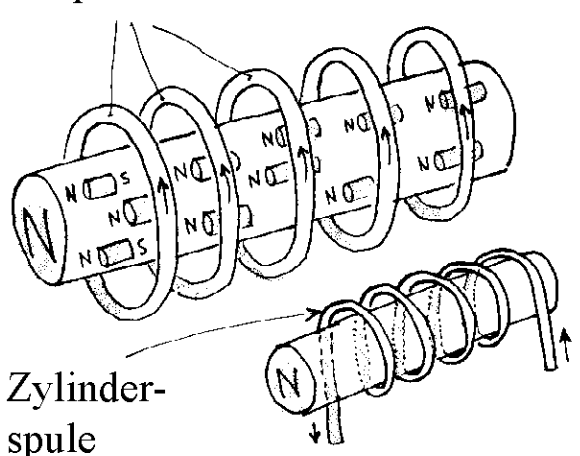
S

Gut, die Magneten beeinflussen die sich bewegenden elektrischen Ladungen, die die Kraftlinien des Magnetfelds schneiden, welches sie herstellen. Aber warum beeinflussen sie sich gegenseitig?


F
B
V
V
B
F
Wenn ich zwei Spulen einander gegenüber stelle, die vom Strom in die gleiche Richtung durchflossen werden, wird auf die Elektronen eine Kraft ausgeübt, die danach strebt :
-jede der beiden Spulen zu erweiten
-sie der anderen Spule zu nähern
B
V
F
F
V
B
Wenn ich allerdings die Zirkulationsrichtung der Elektronen in der zweiten Spule umkehre, strebt die Laplace-Kraft danach:
- jede Spule zusammenzuziehen
- sie von der anderen zu entfernen
Grob gesagt ist es das, was mit den Atomen der beiden Magneten passiert.
Aber im Modell von eben bleibt eine Spule unempfindlich gegenüber einem gleichmäßigen magnetischen Feld, das nach ihrer Axe ausgerichtet ist, oder?
Genauso wie eine magnetische Stange total unempfindlich gegenüber einem gleichmäßigen Magnetfeld ist, das nach ihrer Axe ausgerichtet ist.
Logisch, andernfalls würde es reichen, sich an einem Kompass festzuhalten, um sich fortzubewegen.

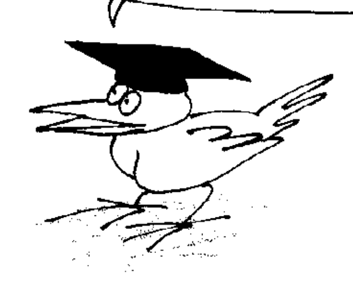

Allerdings versucht eine Spule, die man in ein Magnetfeld steckt, sich so zu drehen, dass ihr eigenes Magnetfeld mit dem bestehenden in eine Richtung weist. Das ist das Prinzip des beweglichen GALVANOMETERS. Ein Kompass ist nichts als die Gesamtheit vieler gleicher Minigalvanometern.
Pile
Gut, könnte mir jemand erklären, warum ein Magnet Eisen anzieht und nicht Blei oder Zucker?
Das ist ganz einfach : Die Eisenatome sind auch kleine Magneten. Außerdem sind sie relativ beweglich. Wenn man ihnen einen ausreichend starken Magneten nähert, drehen sich die Eisenatome und richten sich nach ihm aus. Das Eisenstück wird selbst zu einem Magneten, dessen Feld dann genauso gerichtet ist, wie das Feld des induzierenden Magneten.
„magnetische“ Atome (zufällige Orientierung)
MAGNET
N
Nix mit dem Zucker!
aha..
das Eisenstück ist zu einem Magneten geworden





Ich verstehe jetzt, warum man einen Eisenkern in den Elektromagneten steckt. Er verstärkt das eigene Magnetfeld, das durch das Spulensystem entsteht.





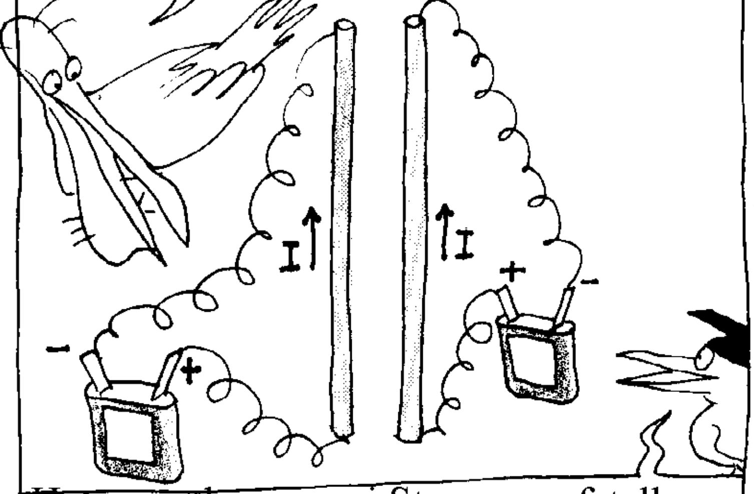
Wenn man den magnetisierenden Magneten oder die Zylinderspule wegnimmt, behalten die Magnet-Atome gewissermaßen ihre Orientierung bei. Es bleibt ein RESTMAGNETISMUS.

...den man verschwinden lassen kann, indem man den Magnet-Atomen ihre Beweglichkeit wiedergibt. Man erhitzt das Eisen und schlägt darauf oder man setzt es einem variablen Magnetfeld aus, wie ich das mit den Pigmenten der Fernsehröhre gemacht habe, die durch einen kleinen Unfall magnetisiert worden waren. Ich habe einen kleinen Magneten zu Hilfe genommen, der an einem Bleistift befestigt war.

Ich glaube, ich habe es verstanden. Das Magnetfeld wurde erfunden, um klar zu machen, dass die elektrischen Ladungen IN BEWEGUNG mit einander interagieren und dass sich diese neue elektrodynamische Kraft zu der elektrostatischen Basiskraft hinzuaddiert.

NOCHMAL DIE RELATIVITÄT

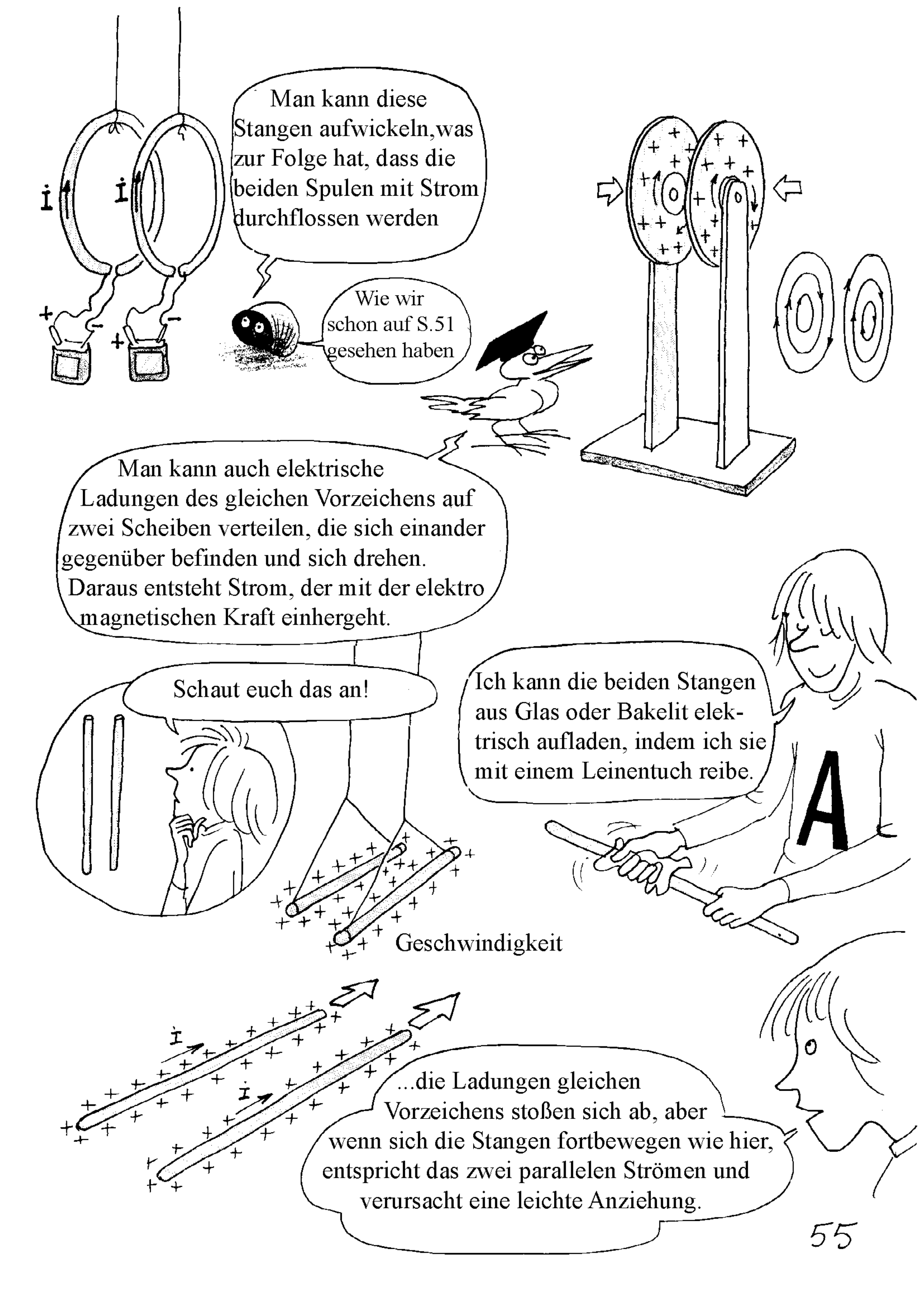




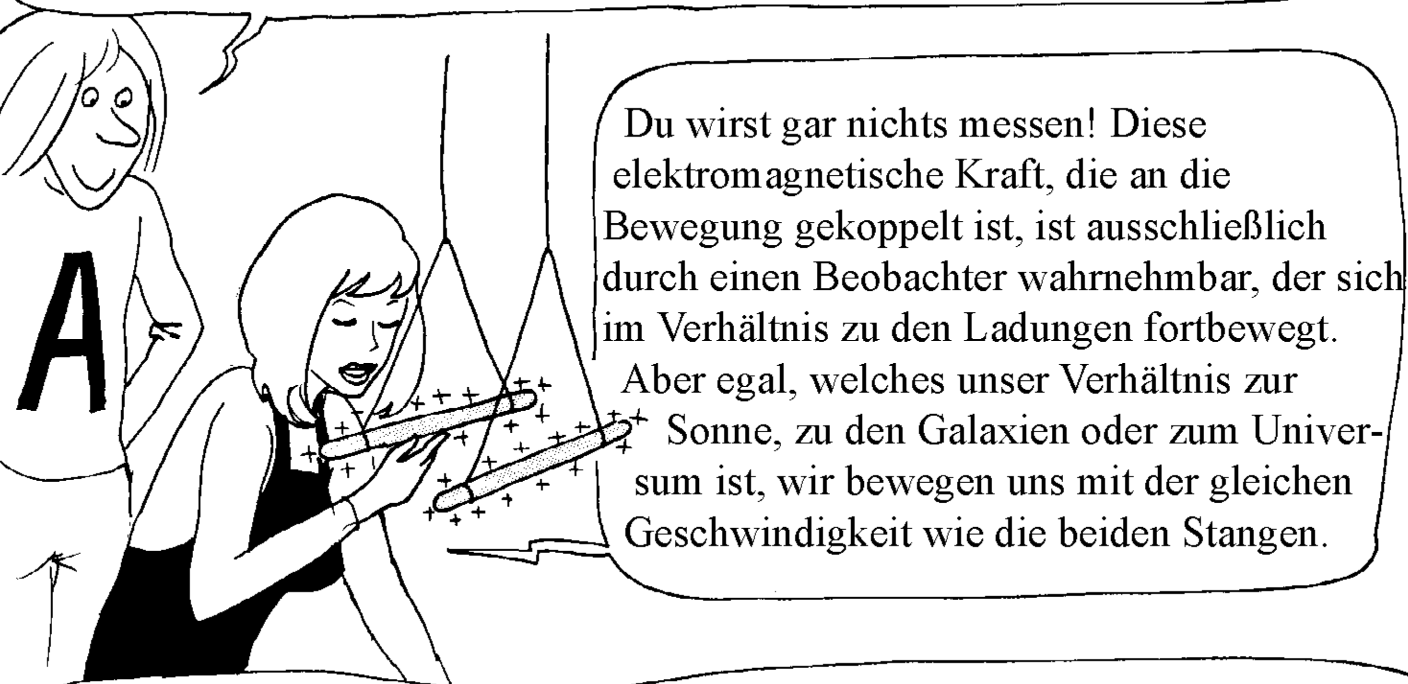
Hey, man kann zwei Stangen aufstellen, die vom gleichen Strom durchflossen werden, mit der Stromstärke I

I
I
B

Jede Stange kombiniert ihren eigenen Strom mit dem Magnetfeld, das durch die andere Stange entsteht.


Man kann diese Stangen aufwickeln,was zur Folge hat, dass die beiden Spulen mit Strom durchflossen werden
Wie wir schon auf S.51 gesehen haben
Man kann auch elektrische Ladungen des gleichen Vorzeichens auf zwei Scheiben verteilen, die sich einander gegenüber befinden und sich drehen. Daraus entsteht Strom, der mit der elektro magnetischen Kraft einhergeht.
Schaut euch das an!
Ich kann die beiden Stangen aus Glas oder Bakelit elek-trisch aufladen, indem ich sie mit einem Leinentuch reibe.
Geschwindigkeit
...die Ladungen gleichen Vorzeichens stoßen sich ab, aber wenn sich die Stangen fortbewegen wie hier, entspricht das zwei parallelen Strömen und verursacht eine leichte Anziehung.

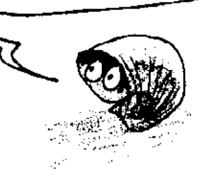
Die Erde dreht sich um die Sonne, die sich selbst in unserer Milchstraße mit einer Geschwindigkeit von 234 km/s fortbewegt. Die Letztere bewegt sich im Verhältnis zum Universum. Sophie, das ist wunderbar : wenn man mit diesen beiden elektrisch geladenen Stangen in alle Himmelsrichtungen zeigt und dabei die Kraft misst, die zwischen ihnen entsteht, müsste man bestimmen können, in welcher Richtung wir uns im Universum fortbewegen und mit welcher Geschwindigkeit.



Der Elektromagnetismus ist im Wesentlichen relativistisch.

Es stimmt, dass Anselms Experiment an das von MICHELSON (*) erinnert, das er Anfang des letzten Jahrhunderts gemacht hat und das darin bestand, die Lichtgeschwindigkeit in alle Richtungen zu messen, um die absolute Bewegung der Erde im Universum festzustellen.

Mich erstaunt das gar nicht, weil man mir erzählt hat, dass das Licht eine elektromagnetische Welle sei.

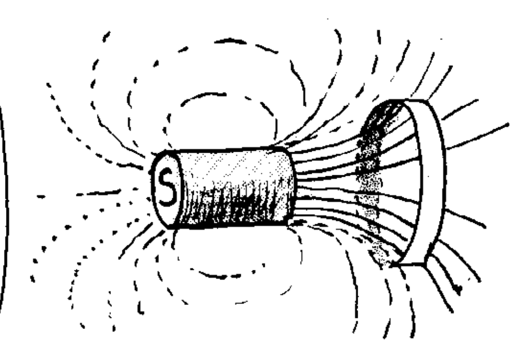


(*) Michelson, amerikanischer Physiker, Nobelpreis im Jahre 1907

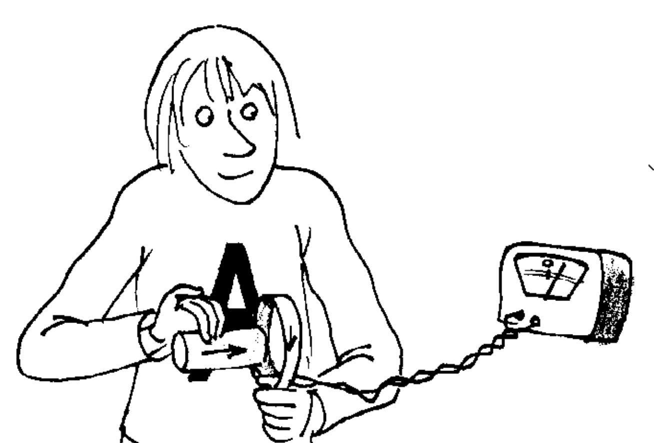

So ein ganz normales Haus kann einen also vor relativistische Probleme stellen!
Ah, da haben wir ein Objekt, das ganz offensichtlich mit Elektrizität funktioniert. Jedoch hat es nichts, was sich dreht und auch keine Elektroden...
Wofür ist das gut?
Tiresias, geh da sofort raus!
Weshalb?
Dieses System erlaubt, Energie auf Distanz zu übertragen. Wenn es sich von selbst angestellt hätte, wärst du von der Induktion gebraten worden.
gebraten von der Induktion?

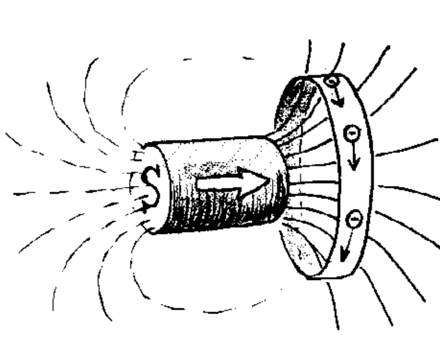
INDUKTION

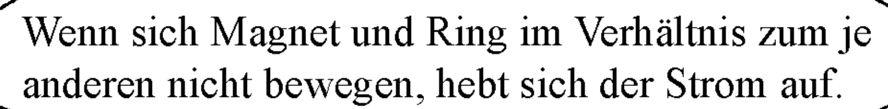

Sieh mal! Anselm hat einen Kupferring vor diesen Magneten getan. Manche Kraftlinien durchdringen ihn innen und andere gehen außen daran vorbei.

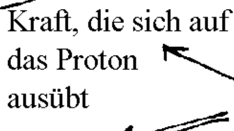

S

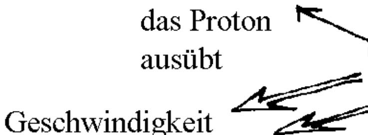





S
Jetzt bewegt er Ring und Bündel aufeinander zu, das heißt, er bewegt das Bündel Kraftlinien im Block. Sie durchdringen das Metall des Rings und erzeugen somit eine elektromagnetische Kraft, die sich auf die Elektronen ausübt. Es entsteht ein INDUZIERTER Strom.

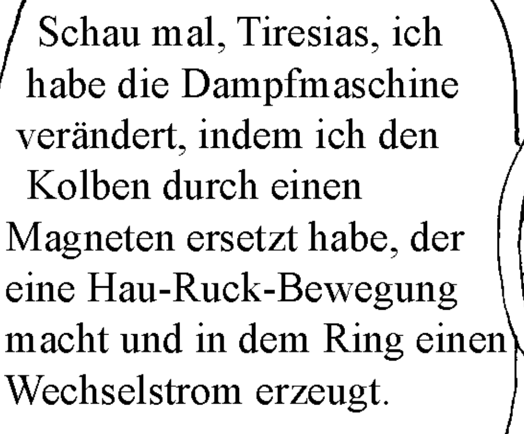

Wenn sich Magnet und Ring im Verhältnis zum je anderen nicht bewegen, hebt sich der Strom auf.

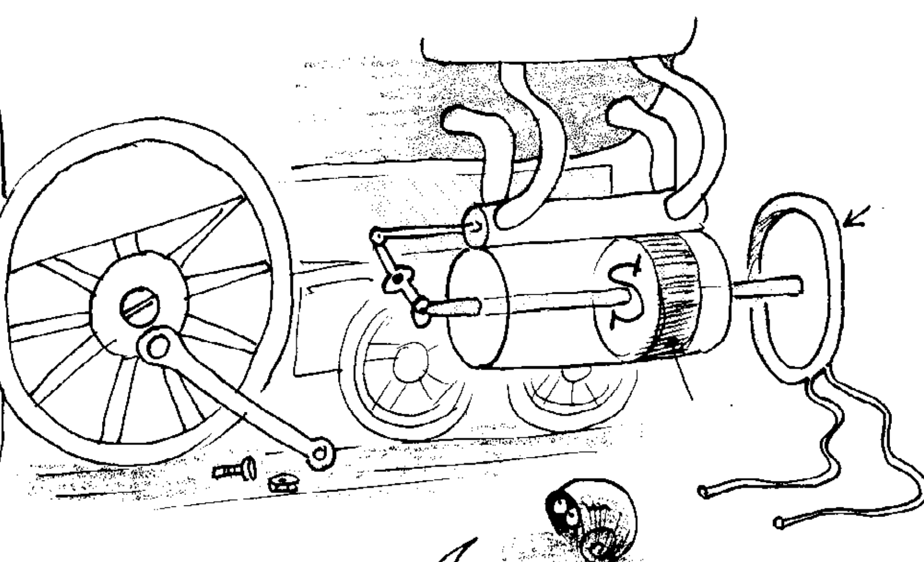

Magnetisches Feld
Kraft, die sich auf das Proton ausübt


Geschwindigkeit
Kraft, die sich auf das Elektron ausübt.


Wenn du allerdings den Magneten zurückziehst, kehrt sich der Strom um.
Also noch eine weitere Anwendung des Laplace-Gesetzes!

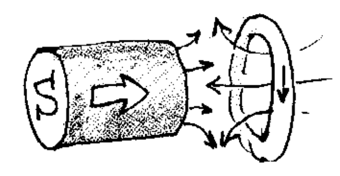






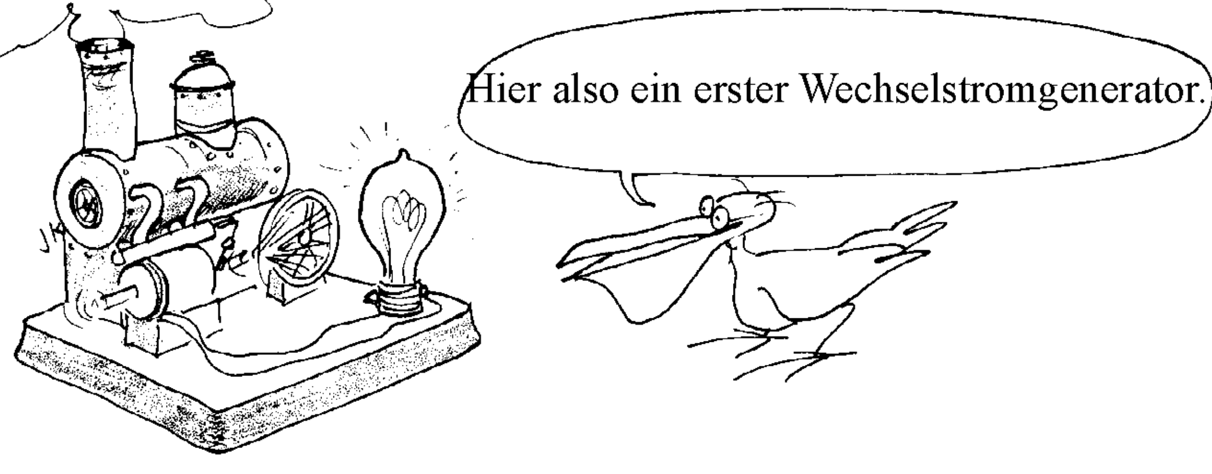


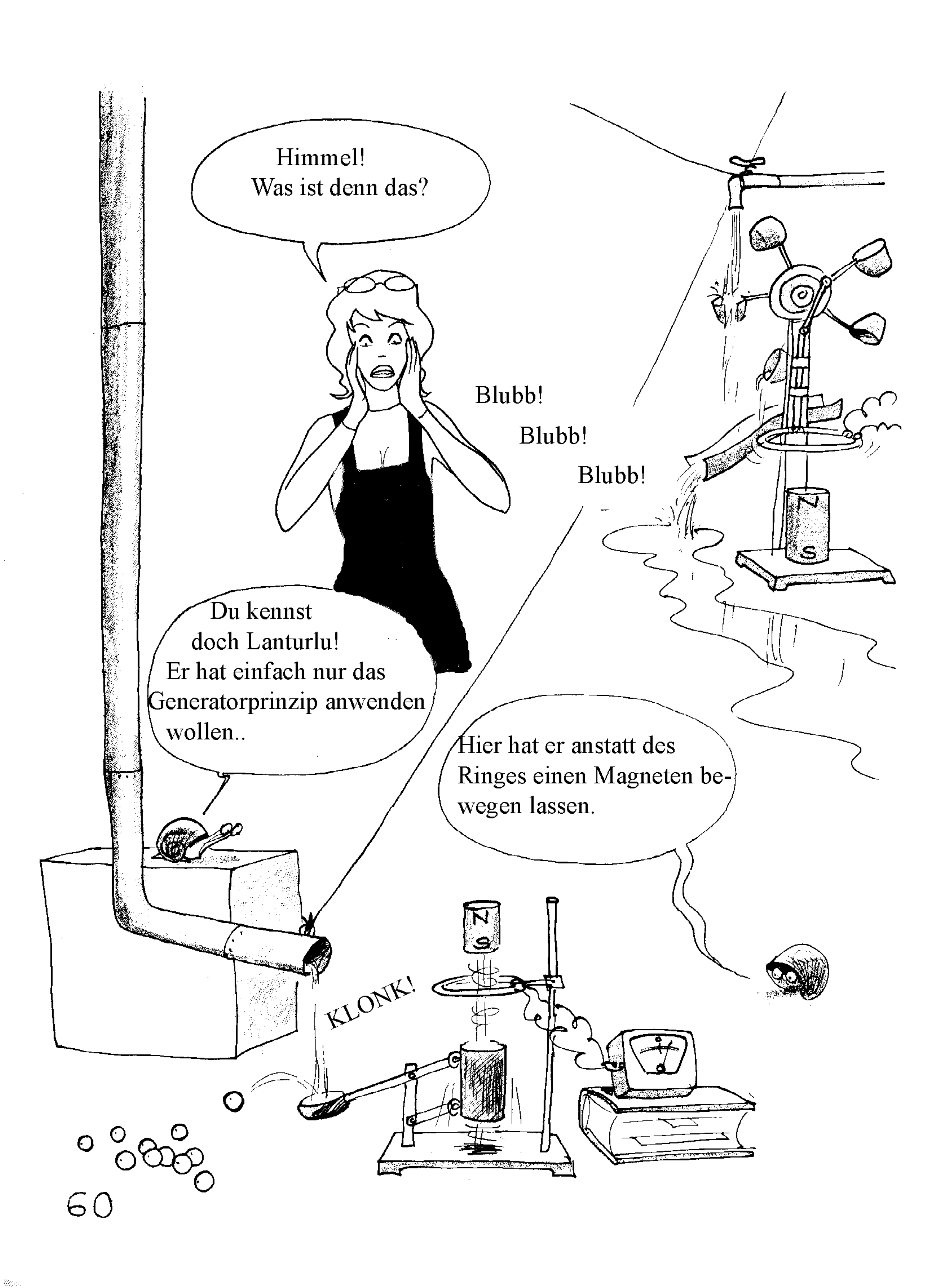
Wenn der Kolben ohne Reibung gleitet, hätten wir ein Mittel, kostenlos elektrische Energie zu erzeugen, wenn man natürlich über einen kleinen Verlust aufgrund des Jouleschen Effektes hinwegsieht.



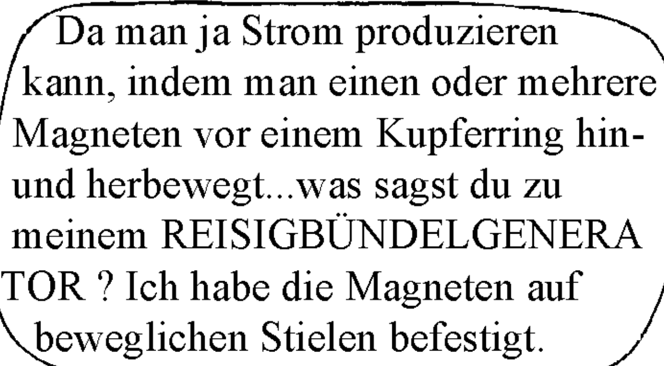


Du vergisst, dass der Strom, der den Ring durchdringt, sein eigenes magnetisches Feld erzeugt und sich dieses der Bewegung des Magnetkolbens entgegensetzt. (LENZsche Regel). Das heißt, man müsste ARBEIT leisten, um diese Energie zu produzieren.





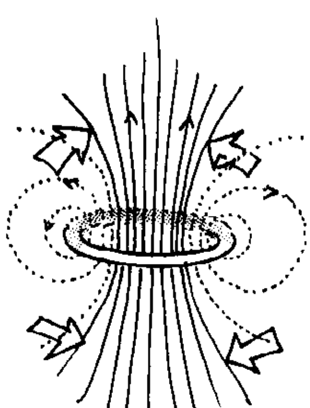
Himmel!
Was ist denn das?
Blubb!
Blubb!
Blubb!
Du kennst doch Lanturlu! Er hat einfach nur das Generatorprinzip anwenden wollen..
Hier hat er anstatt des Ringes einen Magneten bewegen lassen.
KLONK!
N
S
N
S



...wenn ich sie loslasse, bewegen sich die Stiele auseinander und bewegen sich danach wieder aufeinadner zu und das produziert einen Wechselstrom im Ring.

Ok. Diese Maschine wandelt also die Energie der Stiele in elektrische Energie um, und weiter?





Es geschieht dasselbe, wie wenn man den Strom verstärkt, der durch den Ring fließt.
Das funktioniert, als ob neue Kraftlinien an der Oberfläche des Rings entstünden, die dann die alten „zusammendrücken“ wie ein Reisigbündel.

Und vice versa. Wenn man den Strom reduziert, „schluckt“ der Ring die Feldlinien eine nach der anderen und das „Reisigbündel“ entschnürt sich.

Hopp!

Das erklärt, warum ein Ring, der von Wechselstrom durchflossen wird, über Distanz Energie auf einen andern Ring übertragen kann.

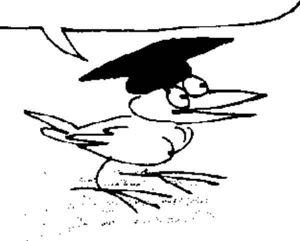
HEIZUNG

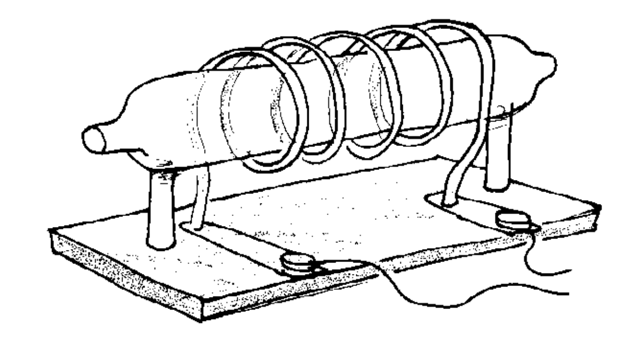
Wozu?

Das ist ein sehr effizientes System, zu heizen. Man kann sich seinen Finger mit einem Ring komplett ver brennen, wenn man ihn in ein variables Magnetfeld hält.

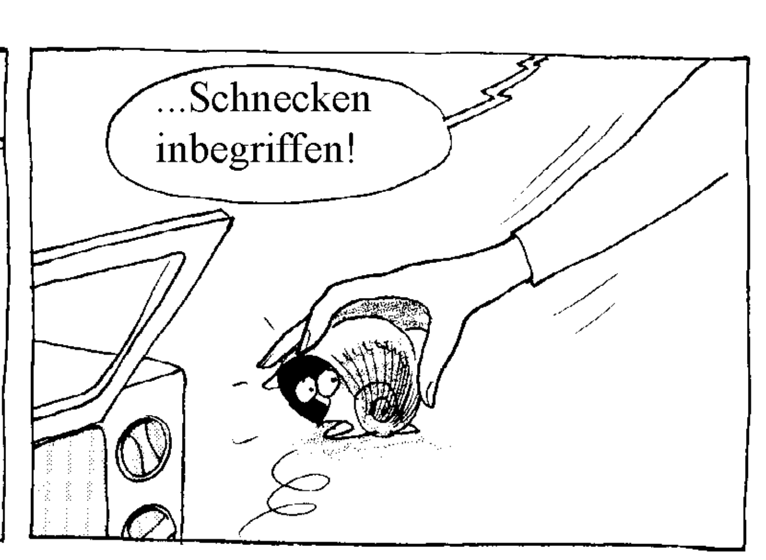
Man kann metallische Blöcke schmelzen lassen.

Man kann auch die Leiter der Masse erhitzen. Es entstehen unendlich viele Schleifen, durch die Strom fließt.


Man kann auch ein Gas mit
Hilfe einer Wicklung erhitzen,
die von einem Strom mit hoher
Frequenz durchflossen wird.




Kurz gesagt, man kann
alles erhitzen, kochen, was
Elektrizität ausreichend
leitet.
Was ist denn
da Mysteriöses in der
großen leeren Schachtel?


...Schnecken
inbegriffen!

EPILOG

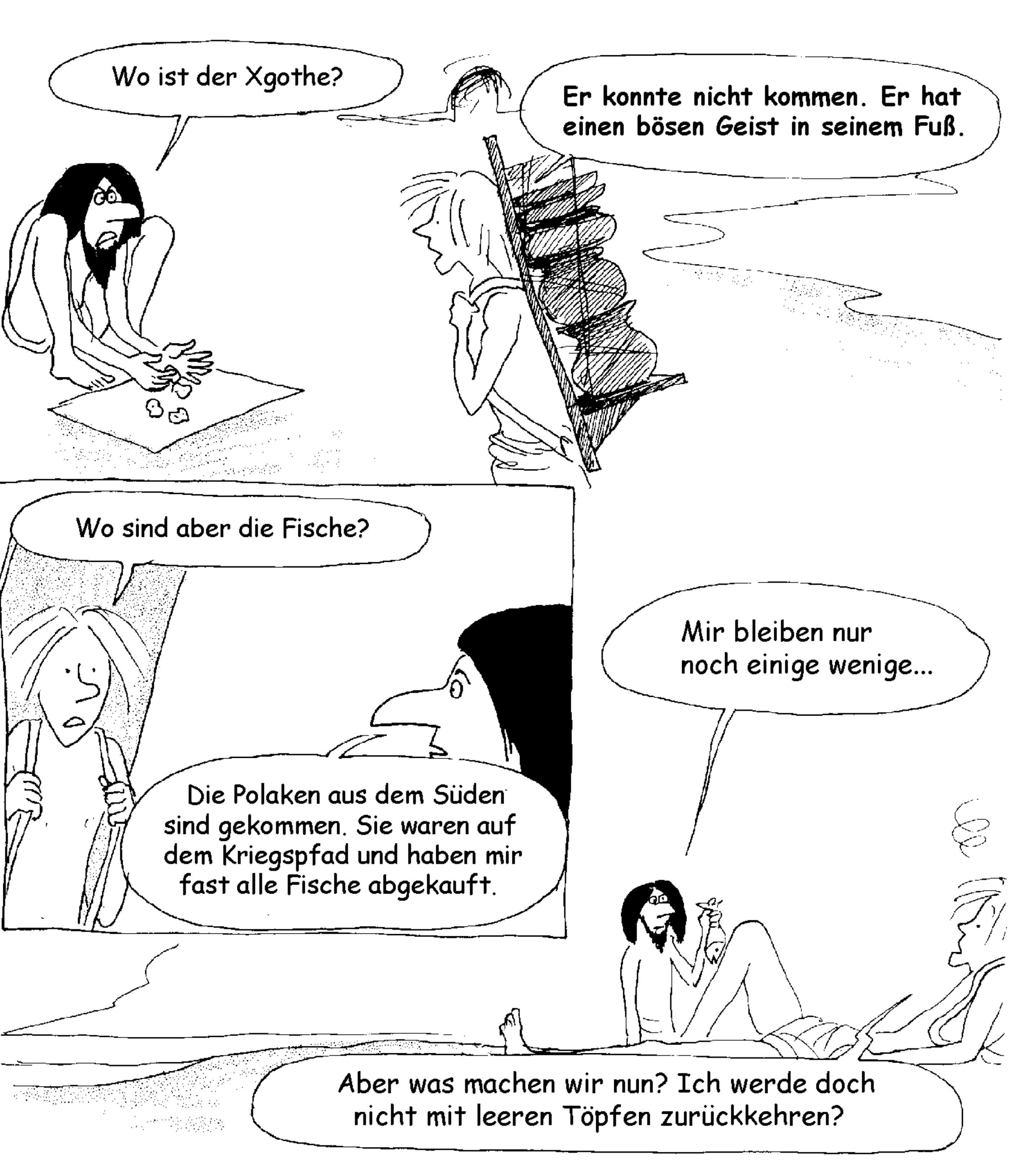

Diese Reise durch den
Elektromagnetismus war aufregend!
Ja, wer hätte geglaubt, dass sich
in einem einfachen Haus so schwierige
wissenschaftliche Probleme verbergen?

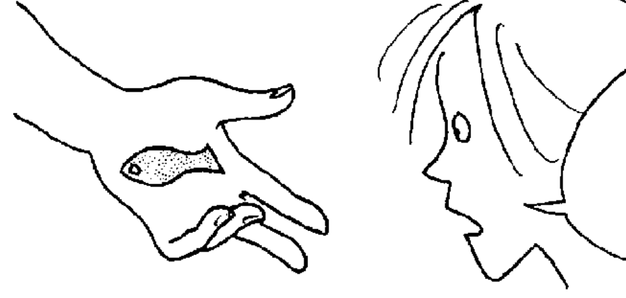

Ich möchte euch noch ein
anderes Experiment zeigen, das
gleichzeitig Elektromagnetismus und
Mechanik der Fluide beinhaltet.
Aha, worum geht es?



ENDE

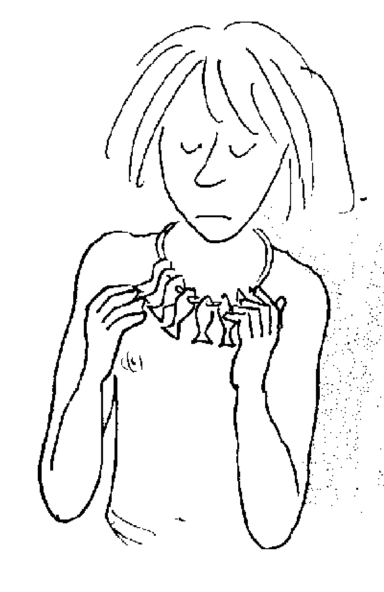
GEBURT DES GELDES











(*) Dieser Brauch wurde später in manchen Dörfern am Mittelmeer übernommen.

DER HANDEL


Jedenfalls ist es viel leichter!
Du sagst, Krummnix hätte Dir das gegeben?
Ja, und er hat gesagt, daß sie den gleichen Wert wie Fische haben und daß Du Dich davon überall in der Region überzeugen kannst.
Wehe, Du erzählst mir Märchen!
Wunderbar! Unsere Nachbarn, die Tajake, die meine Töpfe bisher nie interessiert hatten, haben sich auf die eisernen Fische gestürzt! Im Gegenzug konnte ich Pelze und Fleisch erwerben...
...sowie ein seltsames Medikament gegen den Geist-im-Fuß.
Sehr wirksam, in der Tat!

Mit Geld kann man also Geschäfte abschließen, ohne unmittelbar verwertbare Produkte zu tauschen. Der Xgothe verwendet Metallstücke, um seine Töpfe gegen Fleisch und Alkohol einzutauschen. Dabei nimmt er in Kauf, zeitweise Objekte zu besitzen, die nicht direkt verwertbar sind, die aber als Zahlungsmittel dienen können.



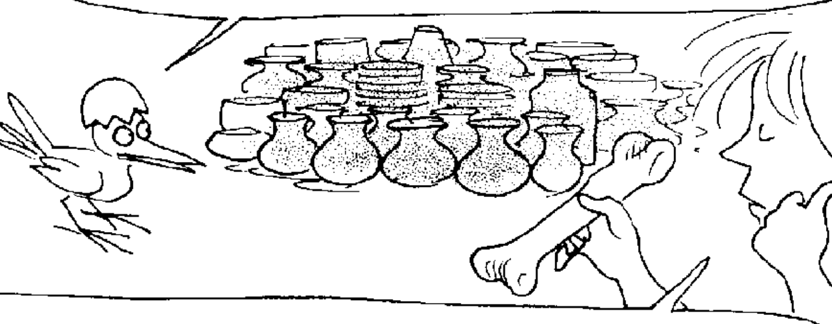


DIE KONSUMGESELLSCHAFT

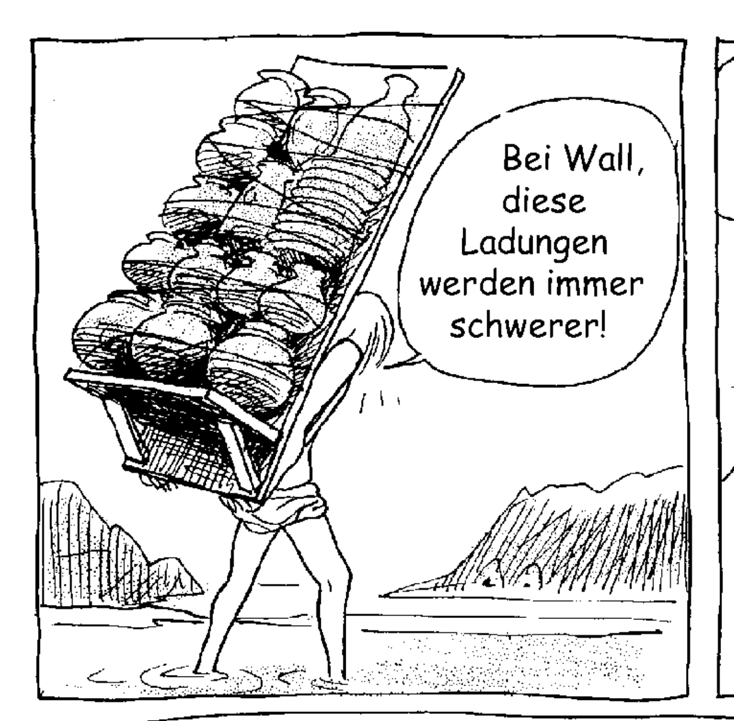
Ich habe eine Entscheidung getroffen: Du wirst noch mehr Töpfe machen, Berge von Töpfen. Und anstatt sie gegen echte Fische zu tauschen, wirst Du mir diese kleinen Objekte bringen, mit denen ich Fleisch und viele Medikamente kaufen werde.



Und was bringt es Dir, plötzlich drei mal mehr Töpfe zu machen? Drei mal mehr als der **Bedarf**?



Nun ja, anstatt an Gräten zu lutschen, lutsche ich jetzt an Knochen...





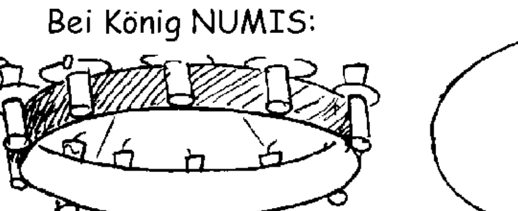
Die Südpolaken haben ungefähr gegen alle Krieg geführt. Am Ende haben sie König NUMIS geärgert, mit dem sie sich schließlich in die Haare kriegten. Dabei hat er seine Macht auf das ganze Land ausgedehnt. Diese Idee der kleinen eisernen Fische fand er sehr witzig, und er hat die Minen und die Gießereien erobert. Nun hat er die alleinige Herrschaft über diese Branche, und er versieht die Münzen mit seiner Marke, seinem persönlichen Siegel.

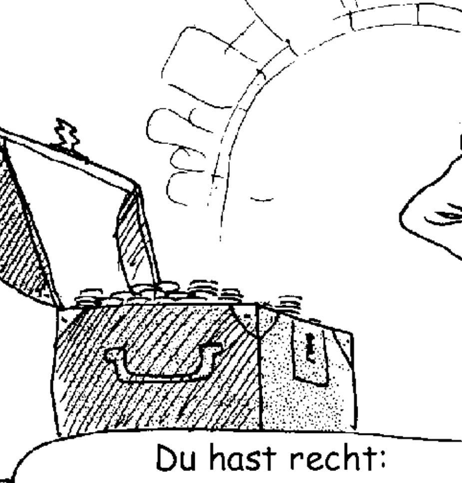
Ach ja, ein weiteres Detail: Alle, die das gleiche tun möchten, läßt er pfählen!

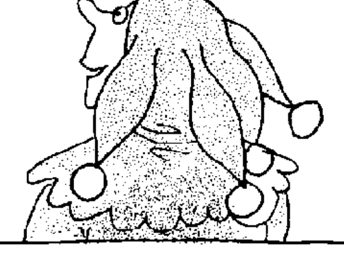
Aaaaah!

DIE GELDMENGE

Bei König NUMIS:











Anselm seinerseits mußte für den Xgothen aus Bordurien unwahrscheinlich viele Töpfe machen.









(*) $12 \times 12 \times 12 = 1728$
(eine Hand zählt 12 Fingerglieder)


Meister, was ist Ihnen denn zugestoßen?
Die Tajake... Sie wollen die Eisenspitzen nicht mehr!

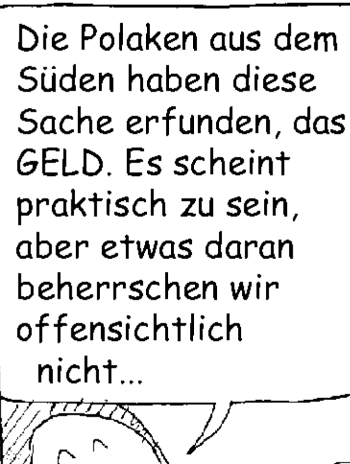

Und die Geschichte geht weiter...
So, da sind Deine Töpfe. Aber ich will ECHTE Fische!

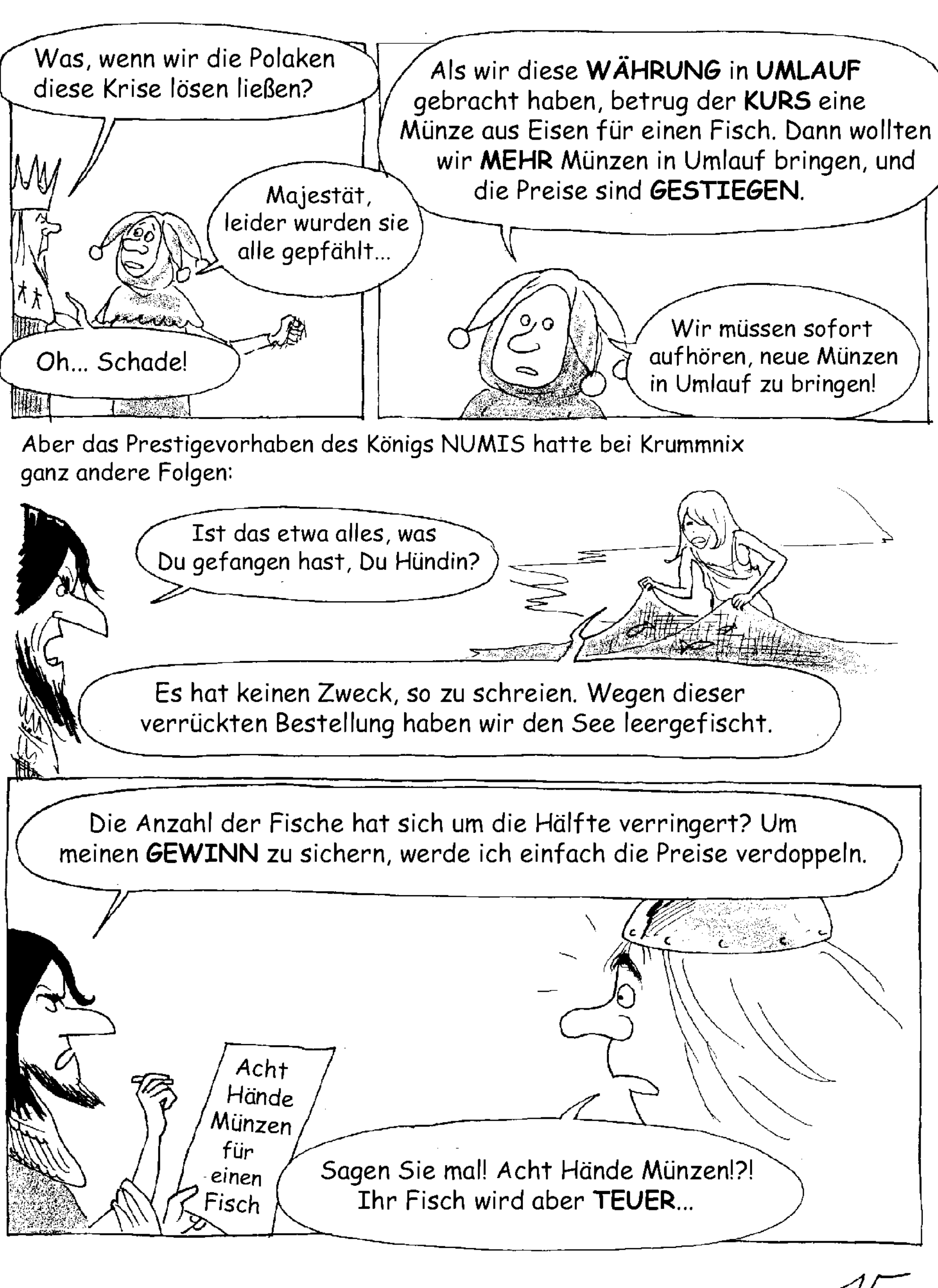

...oder allenfalls vier Hände Münzen für einen Topf...
Vier Hände!?! Du tickst doch nicht richtig!


Etwas später:
Der König schickt nach Dir...
Geh und sag Deinem König...


Was sagst Du da, Soldat? Vier Hände Münzen für einen Fisch!!!
Wir lassen ihn pfählen!


Majestät, versuchen wir, einen kühlen Kopf zu behalten. Das würde zu nichts führen...
Versuchen wir eher, zu verstehen, was gerade geschieht...


Die Polaken aus dem Süden haben diese Sache erfunden, das GELD. Es scheint praktisch zu sein, aber etwas daran beherrschen wir offensichtlich nicht...



Was, wenn wir die Polaken diese Krise lösen ließen?
Majestät, leider wurden sie alle gepfählt...
Oh... Schade!
Als wir diese WÄHRUNG in UMLAUF gebracht haben, betrug der KURS eine Münze aus Eisen für einen Fisch. Dann wollten wir MEHR Münzen in Umlauf bringen, und die Preise sind GESTIEGEN.
Wir müssen sofort aufhören, neue Münzen in Umlauf zu bringen!
Aber das Prestigevorhaben des Königs NUMIS hatte bei Krummnix ganz andere Folgen:
Ist das etwa alles, was Du gefangen hast, Du Hündin?
Es hat keinen Zweck, so zu schreien. Wegen dieser verrückten Bestellung haben wir den See leergefischt.
Die Anzahl der Fische hat sich um die Hälfte verringert? Um meinen GEWINN zu sichern, werde ich einfach die Preise verdoppeln.
Acht Hände Münzen für einen Fisch
Sagen Sie mal! Acht Hände Münzen!?! Ihr Fisch wird aber TEUER...

WAS SELTEN IST, IST TEUER

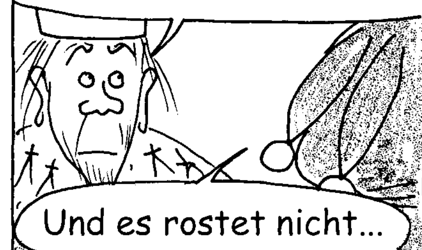
Majestät, haben Sie gesehen: Der Fisch ist selten geworden, und sein Preis ist gestiegen. **Seltenes ist teuer.**



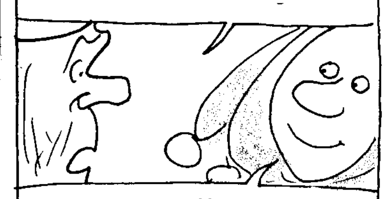
Vielleicht haben wir keine gute Währung gewählt. Eisen ist ein gebräuchliches Material geworden. Daraus macht man Wagenräder, die Eisenkunde entwickelt sich. Es wäre besser, unsere Münzen aus etwas **SELTENEM** zu machen.



Du hast recht. Gold ist schwierig zu bekommen. Davon wird es nie viel geben...



Aber etwas bleibt mir schleierhaft: Gold **nützt doch gar nichts**. Es ist ein ziemlich weiches Metall...



Warum sollte es zu etwas nützlich sein?

Ich weiß nicht... Eisen konnte man schmelzen und daraus viele nützliche Dinge machen: Pfeilspitzen, Nägel...

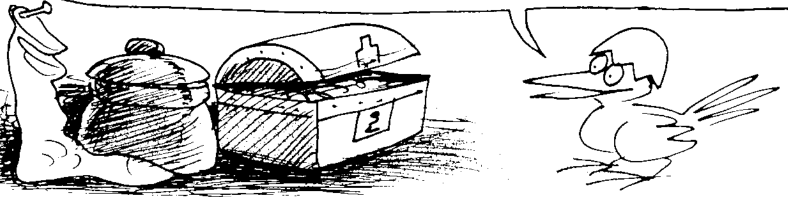


...**KONSUMIERBARE** Objekte

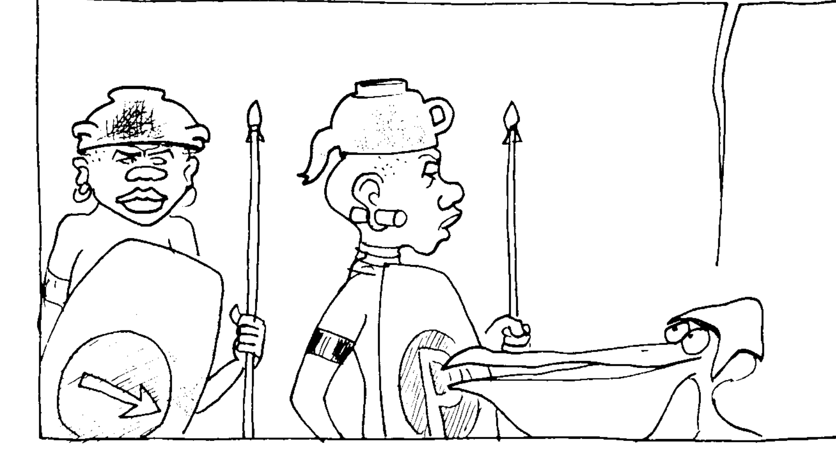
Nun, dann habe ich für Gold eine Verwendung gefunden...



Das Land erfuhr dann eine Periode der relativen **WÄHRUNGSSTABILITÄT**. Schnell erwies sich bei **GESCHÄFTEN** das Geld als ein unverzichtbares Zwischending. Man fing an, es anzusammeln, zu **SPAREN**.



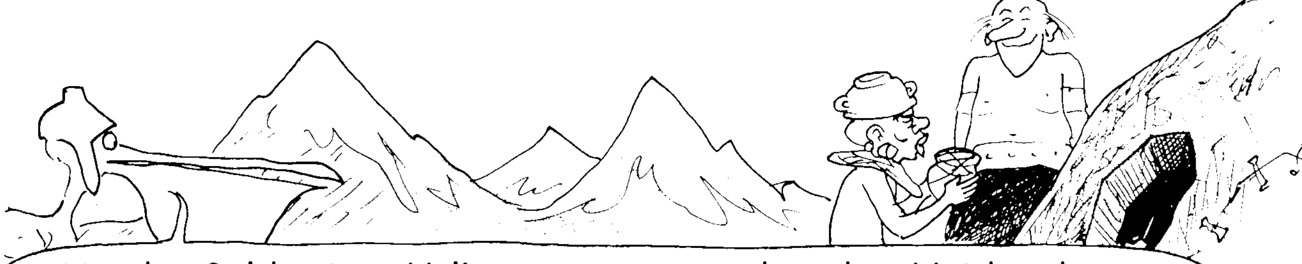
Der Handel entwickelte sich allmählich. Dem Xgoten aus Bordurien gelang es, die Tajaken zu überreden, ihm seine Töpfe abzukaufen. Damit öffnete sich ein neuer **MARKT** für seine **PRODUKTION**.



Der König der Tajaken verfiel wiederum den Verlockungen des Konsums und, als Gegenleistung für das bei der Jagd gewonnene Fleisch, konnte er sich viele schöne Sachen kaufen.



DIE BANK



Um das Geld seines Volkes zu sparen und es dem Neid anderer zu entziehen, entschied er sich, es einem absolut neutralen Nachbarn anzuvertrauen, der bereit war, es gegen eine moderate Gebühr sicher aufzubewahren.

NACHFRAGEINDUZIERTE INFLATION

Alle herhören! Ihr geht alle ohne Kopfbedeckungen und seid Angriffen aus dem Weltall, bösen Geistern, negativen Wellen und Sonnenstrahlen vollkommen ausgeliefert. Kauft stattdessen diesen echten Hut aus Bordurien, der aus Euch einen echten CHEF machen wird. Kauft unsere CHEFDECKEL!



Seid nicht so dumm und vertrödelt Eure Zeit auf den Schulbänken. Unser GNOSEOSOPHISCHER Hut überträgt durch TRANSCEREBRALE DIFFUSION all das Wissen, das Ihr Euch wünscht.



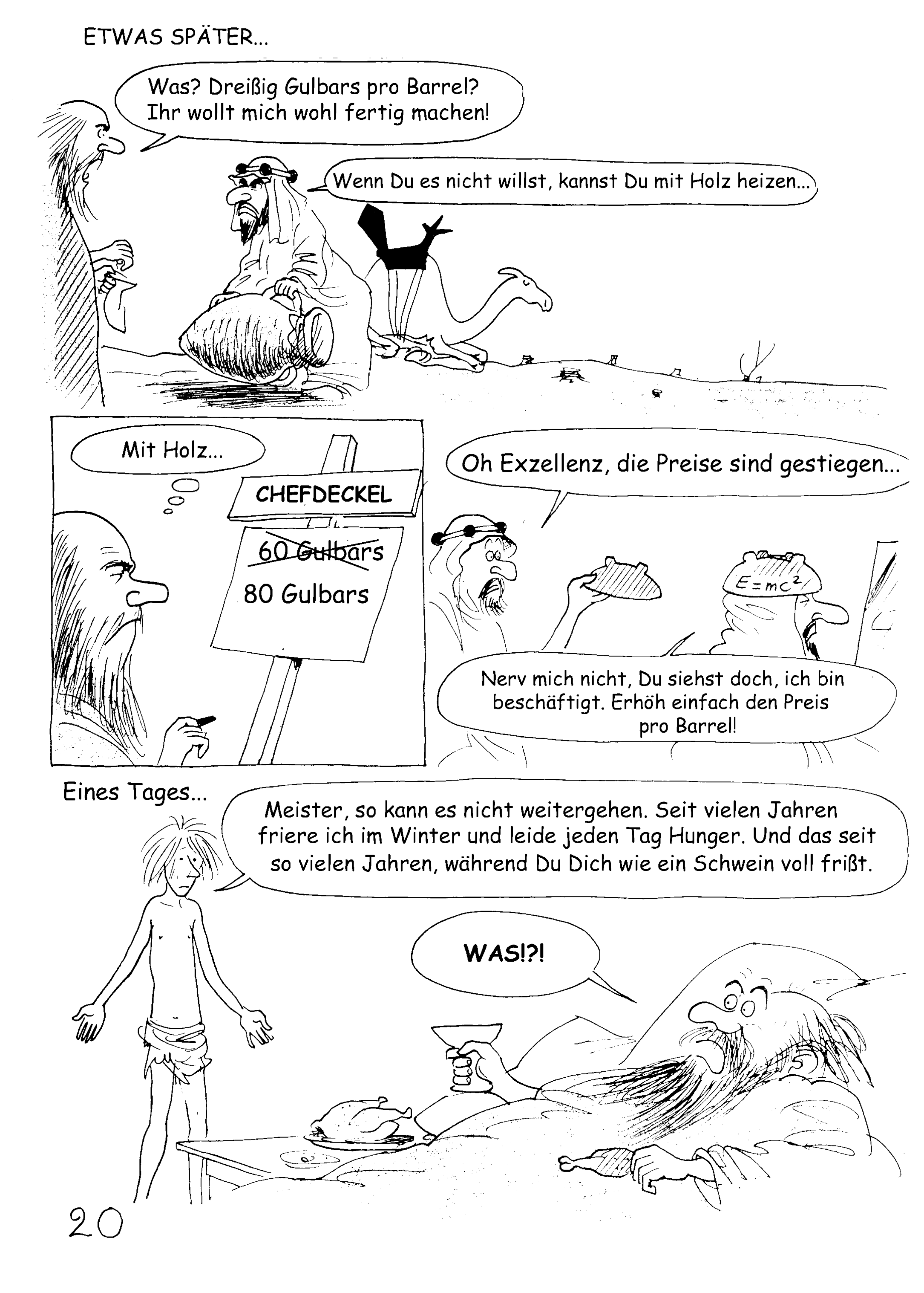
Der hier anwesende Anselm Wüßtegern, der früher einmal komplett unwissend war, hat dank unserer **CHEFDECKEL** das **GEHEIMNIS DER FINGER** erfahren.

Nun ja, was die **WERBUNG** angeht, schreckt der Xgothe vor nichts zurück!

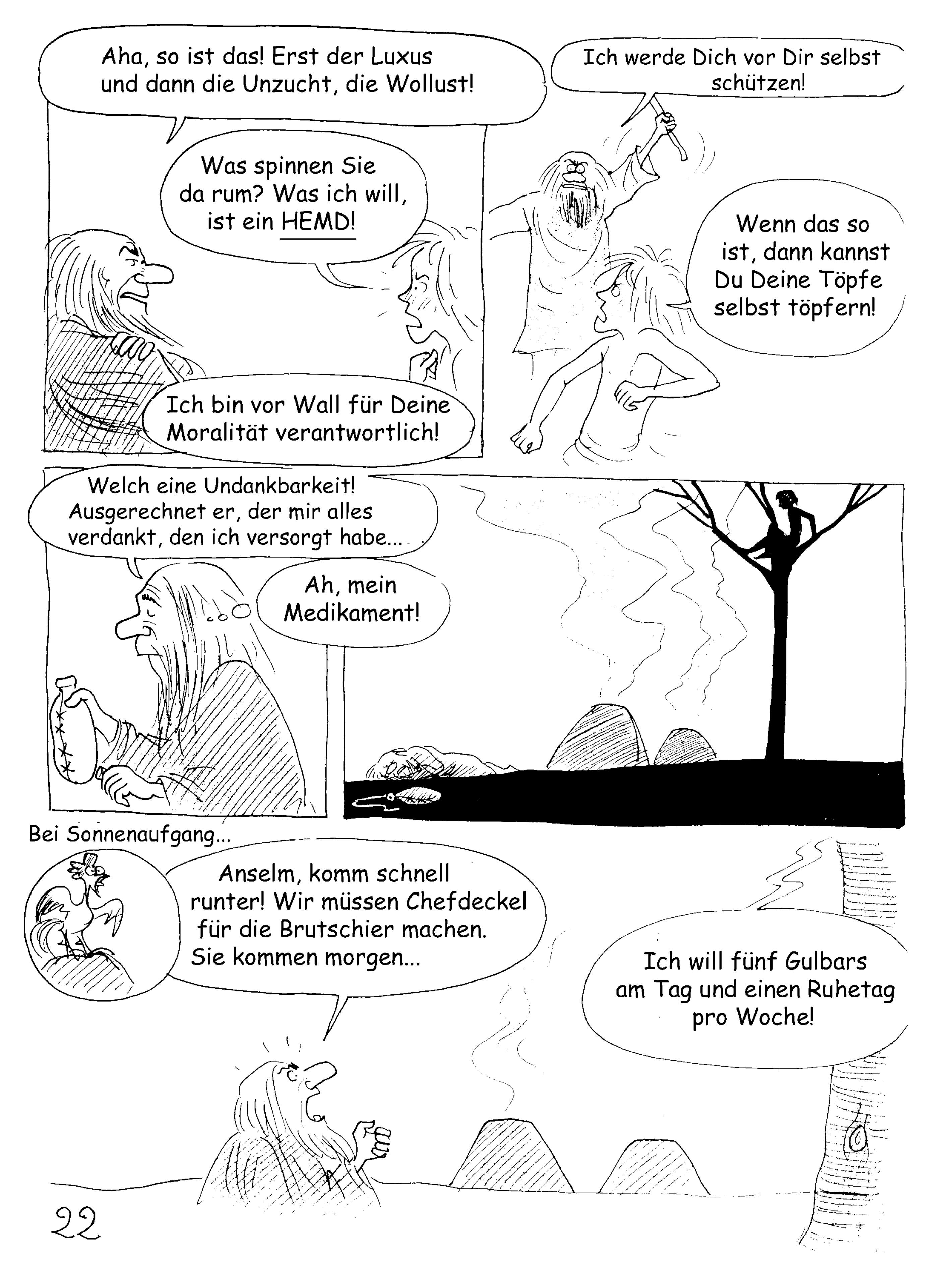





Was!?!
Sechzig Gulbars!
Aber... Sie erhöhen die Preise?
Mein Sohn, es ist der Gott Wall, der die Preise festlegt. Und wenn sie immer mehr nachordern, dann war es eben nicht teuer genug!
Um all diese blöden Töpfe zu machen, haben wir den ganzen Wald abgeholzt...
Anselm, ich habe an alles gedacht. Von nun an werden wir unsere Töpfe mit diesem schwarzen Öl brennen, mit diesem Naphta.
Boah, das stinkt!
INFLATION DURCH KOSTEN-STEIGERUNG
Dreh mal, und kümmer Dich nicht um den Rest!...


ETWAS SPÄTER...
Was? Dreißig Gulbars pro Barrel? Ihr wollt mich wohl fertig machen!
Wenn Du es nicht willst, kannst Du mit Holz heizen...
Mit Holz...
CHEFDECKEL
60 Gulbars
80 Gulbars
Oh Exzellenz, die Preise sind gestiegen...
E=mc²
Nerv mich nicht, Du siehst doch, ich bin beschäftigt. Erhöh einfach den Preis pro Barrel!
Eines Tages...
Meister, so kann es nicht weitergehen. Seit vielen Jahren friere ich im Winter und leide jeden Tag Hunger. Und das seit so vielen Jahren, während Du Dich wie ein Schwein voll frißt.
WAS!?!


Oh, ich verstehe! Das ist dieses Mädchen, das am See arbeitet, das Dir solche Ideen in den Kopf gesetzt hat!...
Angeblich haben sie dort eine „Kooperative“ oder so etwas ähnliches gebildet!
Ich will fünf Gulbars am Tag...
...und einen Ruhetag pro Woche.
Fünf Gulbars am Tag! Du willst mich fertig machen!
Du willst uns ruinieren!
Willst Du, dass uns das Ganze um die Ohren fliegt? Ich muss das Naphta bezahlen, dessen Preis ständig steigt!
Sie brauchen nur weniger... Medikamente zu trinken!
Fünf Gulbars am Tag...
Bei Wall, es ist ein Alptraum!
Hör mal: Wenn Du hart arbeitest, werde ich später dankbar sein...
Nein, fünf Gulbars sofort!
Aber was willst Du mit all diesem Geld anfangen?
Ich werde mir ein Hemd und Seife kaufen!


Aha, so ist das! Erst der Luxus und dann die Unzucht, die Wollust!
Was spinnen Sie da rum? Was ich will, ist ein HEMD!
Ich bin vor Wall für Deine Moralität verantwortlich!
Ich werde Dich vor Dir selbst schützen!
Wenn das so ist, dann kannst Du Deine Töpfe selbst töpfern!
Welch eine Undankbarkeit! Ausgerechnet er, der mir alles verdankt, den ich versorgt habe...
Ah, mein Medikament!
Bei Sonnenaufgang...
Anselm, komm schnell runter! Wir müssen Chefdeckel für die Brutschier machen. Sie kommen morgen...
Ich will fünf Gulbars am Tag und einen Ruhetag pro Woche!

Davon rede ich aber nicht! Komm runter!

Fünf Gulbars!

Oweia, die Brutschier! Ich werde Kunden verlieren!

Ein Gulbar...

Nein, FÜNF!

...und einen Ruhetag!

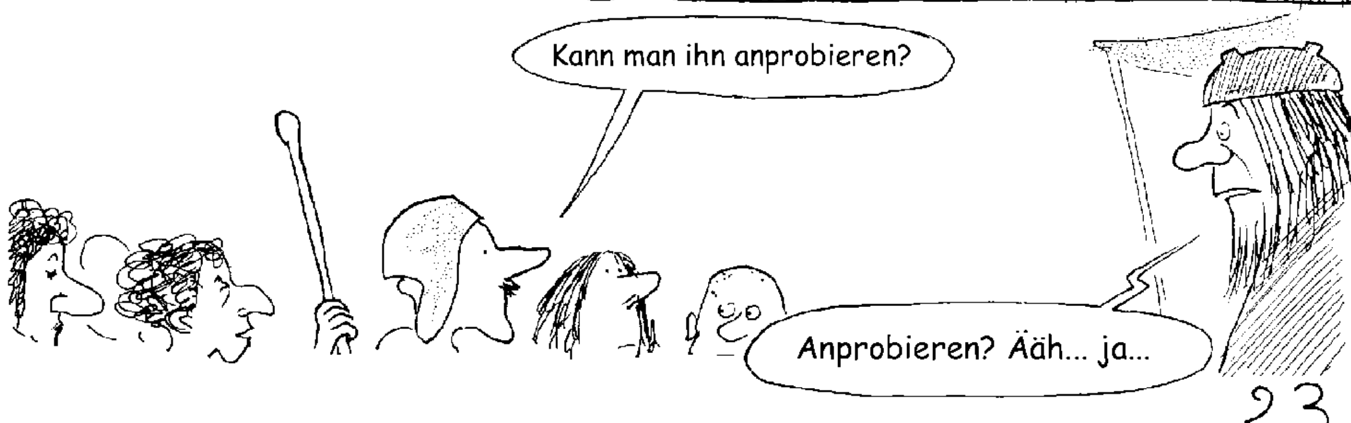
Einverstanden...

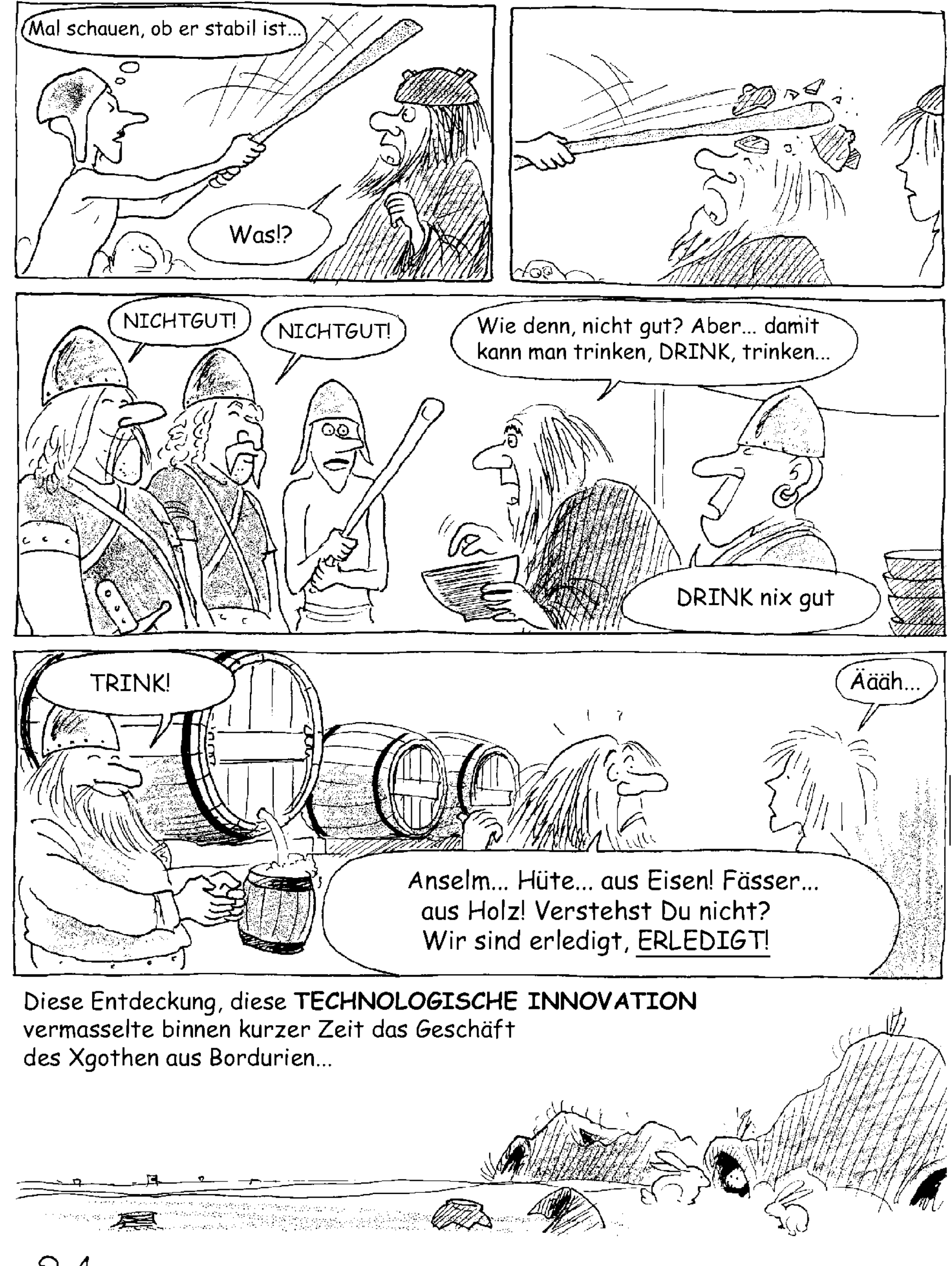
Die Löhne wirken sich auf den Preis aus...

~~60 Gul~~
~~80 Gul~~
83 Gulb

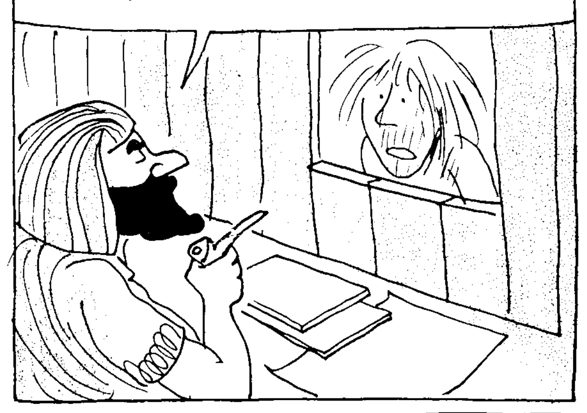
DER WETTBEWERB






Mal schauen, ob er stabil ist...
Was!?
NICHTGUT!
NICHTGUT!
Wie denn, nicht gut? Aber... damit kann man trinken, DRINK, trinken...
DRINK nix gut
TRINK!
Äääh...
Anselm... Hüte... aus Eisen! Fässer... aus Holz! Verstehst Du nicht? Wir sind erledigt, ERLEDIGT!
Diese Entdeckung, diese TECHNOLOGISCHE INNOVATION vermasselte binnen kurzer Zeit das Geschäft des Xgothen aus Bordurien...

DER ARBEITSMARKT









Und während Wüßtegern die trockenen Pfade der **ARBEITSLOSIGKEIT** beschreitet, verweilt Sophia am Seeufer:

MATKOBOWSKA! Seitdem wir Krummnix getötet und den See in Besitz genommen haben, was ist großartig geschehen?

Wir, die Fischer, mussten weiterhin die ganze Arbeit machen. Dagegen haben wir einen ganzen Haufen Schmarozer kommen sehen, und unser Schicksal hat sich kaum verbessert.

Eine schöne Bescherung, unsere Kooperative!

Genosse! Das darfst Du nicht sagen. Das **KOLLEKTIV** ist ein Kampf. Ihr kämpft an der Produktionsfront. Andere kämpfen an der Front des POLITISCHEN BEWUßTSEINS und für den **PLAN**. Wir leben hier in einer **PLANWIRTSCHAFT** (*).



Na dann komm mal her und sieh sie Dir an, Deine Helden des politischen Bewußtseins...

Schau, wie sie sich vollstopfen und schlafen...

Sie stopfen sich nicht voll: Sie testen. Das ist Qualitätskontrolle. Du hast die falsche Einstellung!



Für EINEN, der vielleicht arbeitet, stehen ZEHN nur rum oder schlafen!

Kollektiv leben wir hier aber besser. Es gibt keine Arbeitslosigkeit. Es gibt für alle Arbeit.



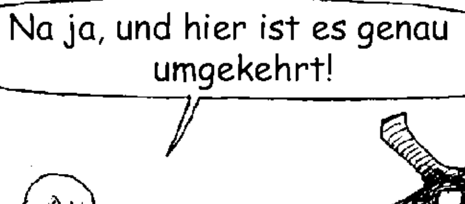
(*) ...in welcher der ganze Komplex: Produktion, Löhne, Preise, Konsum unter Staatskontrolle ist (im Gegensatz zur liberalen Marktwirtschaft).

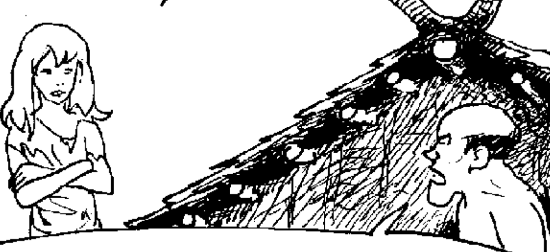
Das alles weiss ich auswendig! Gott weiss, wie sehr ich mir diese Revolution gewünscht habe! Und als wir Krummnix getötet hatten, habe ich ihm keine Träne nachgeweint. Aber wie kannst Du es zulassen, dass so viele Leute eine neue Kaste von Unfähigen, Faulen und Dummköpfen bilden, dafür aber mit einem „hohen politischen Bewußtsein"? Und warum bekommen sie die schönen Fischstücke und wir nur die Köpfe? Warum all diese **PRIVILEGIEN**?

Deine rückständige Mentalität blendet Dich. Man muss das Ganze betrachten, und nicht auf Einzelfälle fokussieren...

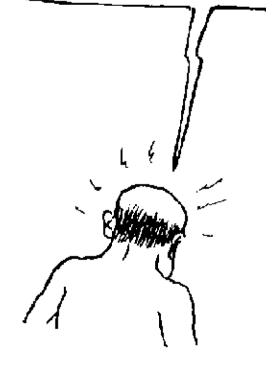


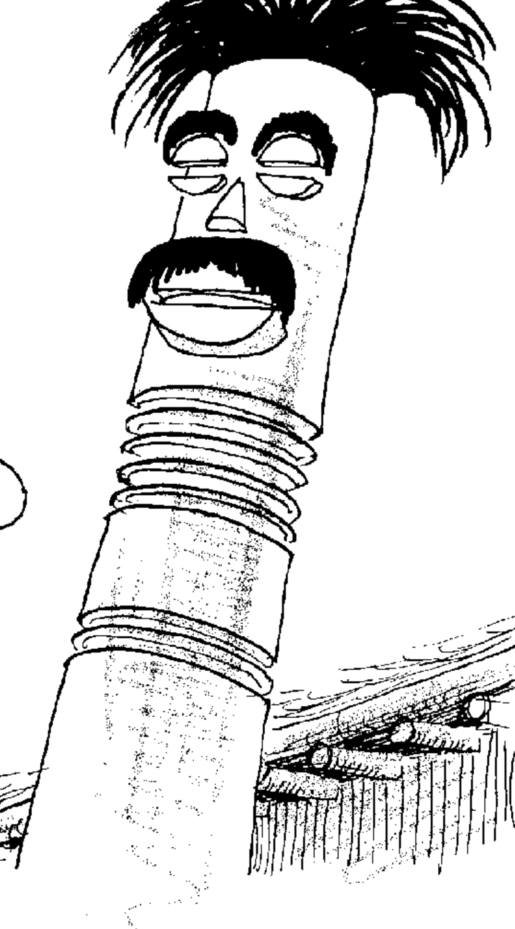
Hinter dem Berg, in Bordurien, ist es die AUSBEUTUNG DES MENSCHEN DURCH DEN MENSCHEN.





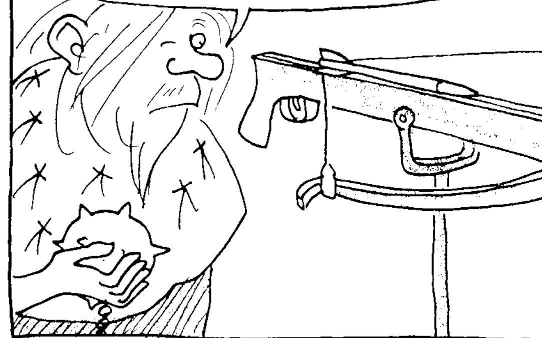


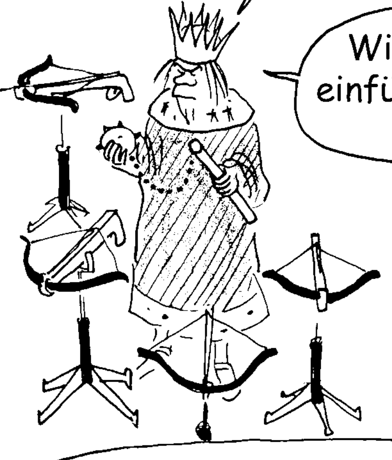




Bei König NUMIS:







Leicht gesagt... leicht gesagt...

Nanu, ein Mann, der zu seiner Hinrichtung geführt wird. Die machen ja keine halben Sachen! Sein Vergehen muss schlimm gewesen sein...

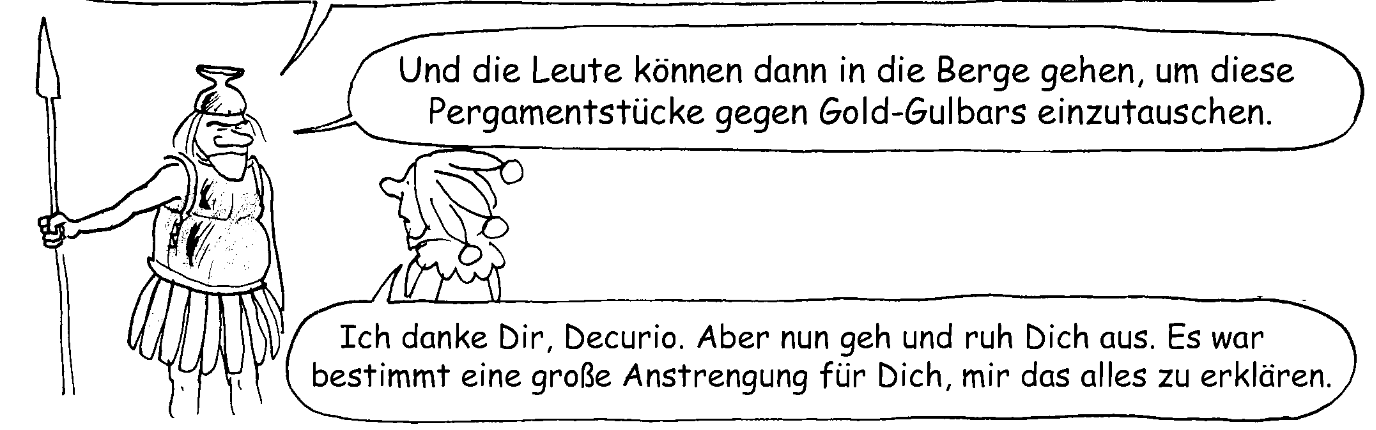
Decurio , was ist das Vergehen dieses Mannes?

Nicht gedeckter Scheck...

Manche bringen ihr Gold in den Bergen in Sicherheit. Der Nachteil ist aber, dass dieses Gold dann nicht mehr im Umlauf ist, man kann es nicht mehr benutzen.

Ja, es bremst die Konjunktur.

Daher haben sich ein paar Schlauberger ein System ausgedacht. Sie schreiben auf ein Stück Pergament „Entspricht so und so vielen Gulbars" und sie unterschreiben. Das nennen sie **SCHECKS**. Natürlich verbietet das Gesetz unter Androhung der Todesstrafe, mehr Schecks zu unterschreiben, als man überhaupt Gulbars in seiner Höhle hat, also auf seiner **BANK**. Man kann nämlich mit diesen Pergamentstücken bezahlen.



Bei Wall, das wird mein Schicksal sein, wenn ich nicht bald eine Lösung finde!

Hmm...

Warte mal...

Ich hab's !!!

DAS PAPIERGELD




Zunächst einmal werden wir in unserer Bank all das Gold einbunkern, das unsere Subjekte besitzen. Eventuell werden wir sie dazu „ermutigen"... Im Gegenzug werden sie Pergamentstücke erhalten, auf denen steht „Entspricht so und so vielen Gulbars". Und wir werden es so machen, dass am Ende nur noch diese Pergamentstücke in Umlauf sind.
Aber... davon werden wir doch nicht reicher?!?
Oh, warte! Ich glaube, ich fange an, zu verstehen...
Wir werden diese „Papiergulbars" in Umlauf bringen. Und natürlich werden wir es so machen, dass es viel mehr davon als „Goldgulbars" gibt...
Hmm... Am Ende könnte sich zeigen, dass unsere Goldgulbars an Bedeutung verlieren. Aber wer sollte schon herausbekommen, dass wir das ganze **PAPIERGELD** in Umlauf bringen?
Das wird der allergrößte Betrug mit nicht gedeckten Schecks der Geschichte !
Affengeld!
...Ups!...
Hmmm?!...
Nichts, gar nichts, Majestät...

Warte mal: Wenn wir viele Papiergulbars in Umlauf bringen, wird es den Leuten, so blöd sie auch sein mögen, verdächtig vorkommen. Und wenn es viel mehr Papiergulbars als Goldgulbars gibt, wird es gänzlich unmöglich, sie alle eins zu eins einzutauschen. Wir können die **PARITÄT** nicht erhalten...

Natürlich kann ich mich einfach immer weigern, sie einzutauschen...

Majestät, dann würde Panik ausbrechen: Die Leute würden jegliches **VERTRAUEN** in unser **PAPIERGELD** verlieren.

Wenn wir nur zweimal mehr Papiergulbars in Umlauf bringen würden, als es überhaupt Goldgulbars gibt, könnten wir sie zwei zu eins eintauschen.

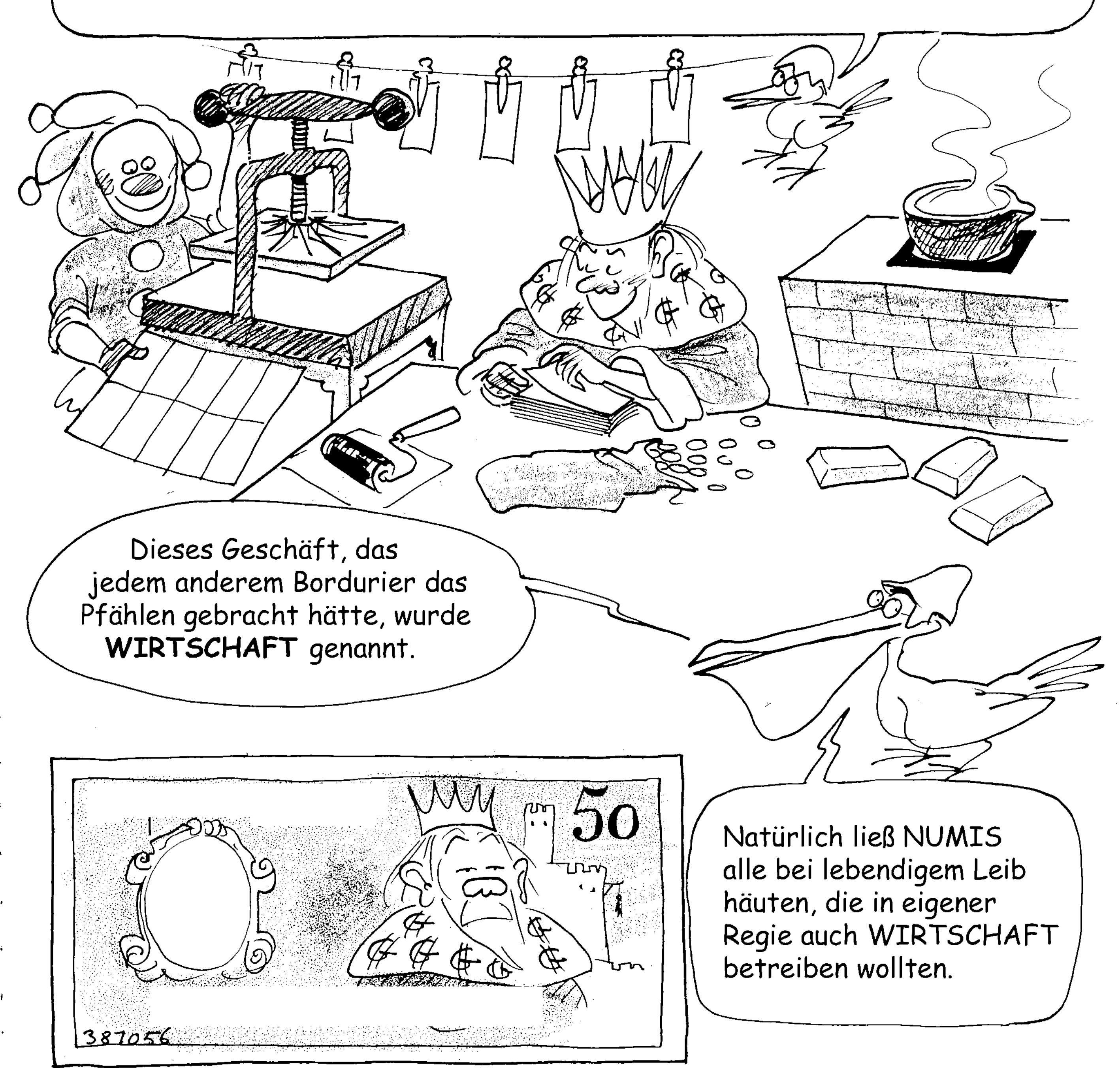
Das würde schlecht ankommen, Majestät...

Ich weiss, was wir machen werden: Sobald die Leute uns alle ihre Goldgulbars gegeben haben, werden wir sie einschmelzen!



Einfach nur **GOLD**, Majestät!

Und so fing die größte Affäre um ungedeckte Schecks des ganzen Königreichs an. Alles lief nach Plan. Die Leute brachten ihre Goldgulbars, die auf der Stelle eingeschmolzen wurden und von denen man nie mehr hörte. König NUMIS druckte massenhaft Noten, mit denen er sich hier und da lauter Dinge kaufte. Natürlich stiegen die Preise, aber der Goldpreis stieg auch. Da aber alles teurer wurde, erkannte am Ende kein Mensch mehr die alte Währung aus Bordurien wieder...




Vorher wurden hohe Steuern erhoben, um den Leuten ihr Geld wegzunehmen.
Argh!...
Eine grobe, unelegante Methode...
Zwar behielt NUMIS das Steuersystem bei, aber dank der Zunahme der **GELDMENGE**, dank dieser **INFLATION**, die er beherrschte, fehlte es ihm nie an Papiergeld. Natürlich stiegen parallel dazu die Preise kontinuierlich...
...trotzdem gedieh die Wirtschaft von Bordurien, die das **INDUSTRIELLE ZEITALTER** erreicht hatte. Überall baute man Fabriken, wo die Bordurier jetzt als Beschäftigte arbeiteten. NUMIS und seine Familie besaßen die meisten davon, sie hatten sie gekauft oder gebaut ... dank des Papiergeldes.


Da die Preise stets stiegen, forderten die Arbeiter Lohnerhöhungen. Von Zeit zu Zeit brachen gewalttätige Proteste aus...
KEINE LÖHNE UNTER 100 GULBARS!
GENUG MIT NIEDRIGEN LÖHNEN!
TOD DEM VERRÄTER!
Schnell, die Presse, die Tinte!...
Dies gab eine Zeit lang den Leuten das Gefühl, reicher geworden zu sein.
Aha, seine Gulbars hat er schließlich doch rausgerückt...
Gewonnen! Wir haben gewonnen!

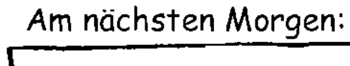

Die Leute stürzten in die Geschäfte, um etwas zu kaufen.
Am Abend aber erhöhte der Händler die Preise, um SEINEN PROFIT ZU STEIGERN.
800 G
900 G
Wenn sie es immer noch kaufen, dann ist das nicht teuer genug. So lautet das Gesetz von Wall!
Und dann mußt Du auch noch den Lohn für die Aushilfskräfte berücksichtigen, der erhöht werden mußte.
Je mehr sich die Dinge ändern, desto gleicher bleiben sie.
Verstehe ich nicht!
Zweihundert Gulbars! Vor zehn Jahren habe ich fünf Gulbars verdient!
Aber hast Du die Preise gesehen?
900 G



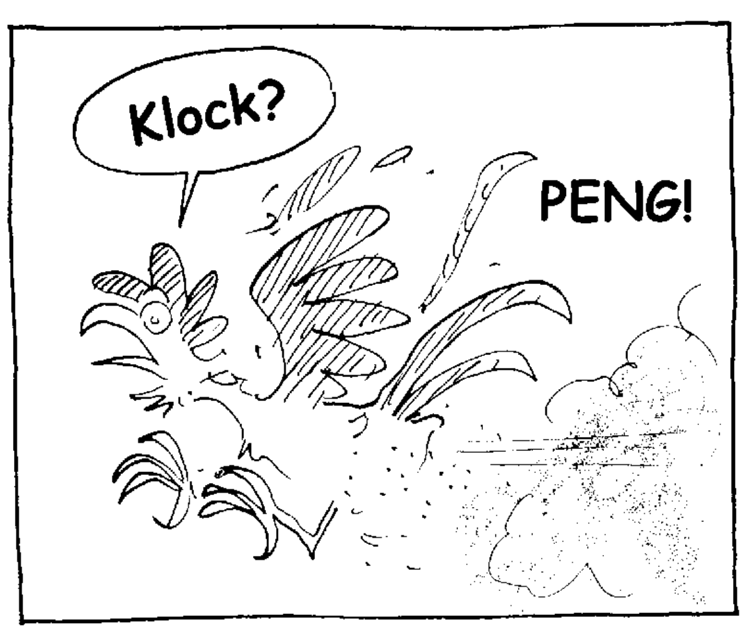
In was für einer Zeit leben wir bloß!
Ich frage mich, wohin uns das führen wird...
Mme SOPHIA
Zaubertränke aller Art
?
Sophia!
Anselm!
Aber was machst Du denn hier?
Das siehst Du doch, ich habe mich neu orientiert...
Ich habe ein Praktikum in Parawissenschaften gemacht...
Was habt Ihr denn gegen Parapsychologie?
Meinst Du... Hexenkunst?
Oh, gleich so große Worte!


Es gibt nur okkulte Wissenschaften!
Hmm...
Ich verkaufe Schlafmittel, Beruhigungsmittel, Vitamine, Träume...
Und es funktioniert?
Kann nicht klagen... Als Hungersnot herrschte, habe ich sechshunderttausend Gulbars Umsatz gemacht.
Sechshunderttausend Gulbars!
Und... glaubst Du wirklich an all das?
Politik-wissenschaft
KEYNES
Grundwissen Wirtschaf
Das Kapital
Weißt Du, von irgendetwas muss man ja leben...


Reich oder arm, was macht das schon, so lange man Geld hat?
AH! AH! AH!
In dieser verrotteten Welt sehe ich nur noch eins, was nichts mit Geld zu tun hat...
Errätst Du es nicht?...
Äääh... nein..
1000 Rezepte gegen die Inflation
Ach... doch!
Nun ja...
Decken wir den Mantel des Schweigens über diesen Teil der Geschichte...


Am nächsten Morgen:


KIKIRIKI
Mann, habe ich schlecht geschlafen...

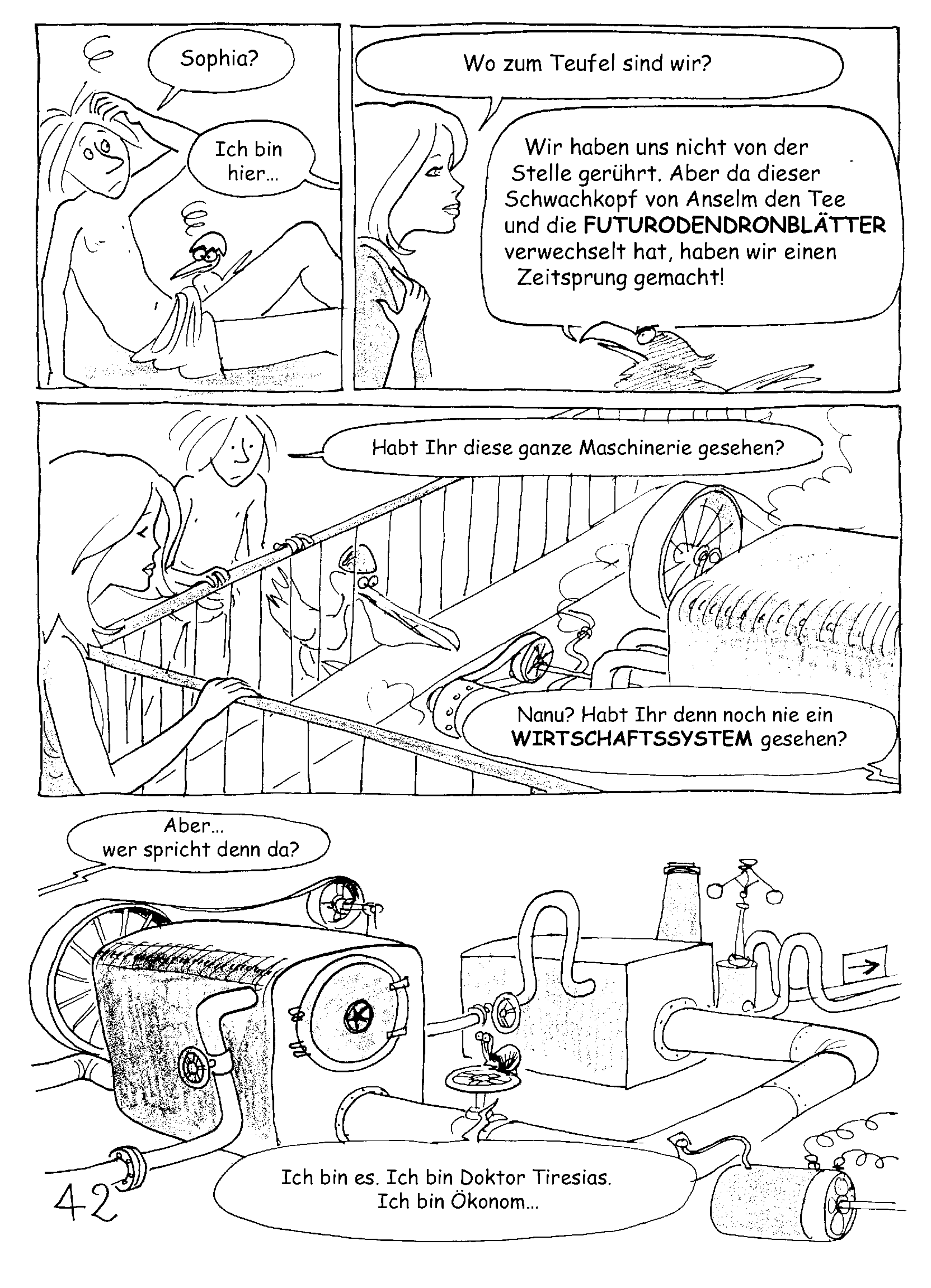

Klock?
PENG!


Es gibt da einige, deren Schwachpunkt ist das Herz oder es sind die Beine...
...bei mir sind es die Nerven!


Mal schauen... Wo hat sie denn den ganzen Unsinn hingeräumt?
Tetravalente Pyrette


Anselm, da ist ein starker Tee für Dich...
Was sind denn das für Pflanzen?
Es sind FUTURODENDRON-Blätter.
EINBILDUNG VON HARMONIE

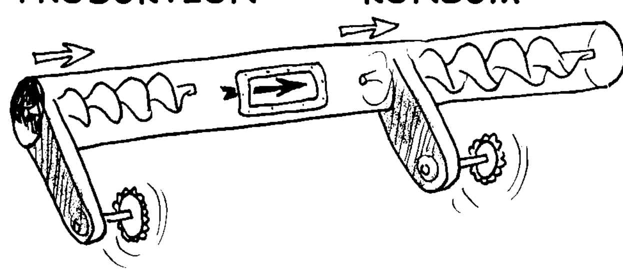

Ah, da kommt der Tee!
Ein Sud aus **FUTURODENDRON** verleiht die Fähigkeit, in die **ZUKUNFT** zu blicken.
Und was noch!?!
Es ist wissenschaftlich erwiesen. Paracelsius (*) sagt...
Schwachsinn!
Was geht denn hier vor sich?
Was sagt Paracelsius?
(*) berühmter Alchemist


Sophia?
Ich bin hier...
Wo zum Teufel sind wir?
Wir haben uns nicht von der Stelle gerührt. Aber da dieser Schwachkopf von Anselm den Tee und die FUTURODENDRONBLÄTTER verwechselt hat, haben wir einen Zeitsprung gemacht!
Habt Ihr diese ganze Maschinerie gesehen?
Nanu? Habt Ihr denn noch nie ein WIRTSCHAFTSSYSTEM gesehen?
Aber... wer spricht denn da?
Ich bin es. Ich bin Doktor Tiresias. Ich bin Ökonom...



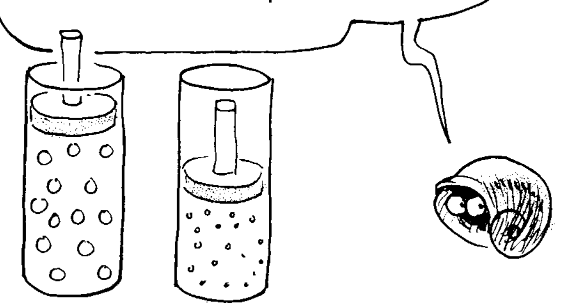
Und was sind das alle für Rohre?





In den Rohren wird das Wirtschaftsfluidum, die **KNETE**, durch zwei Arten Pumpen mit Archimedischen Schrauben in Bewegung gesetzt. Die Druckpumpe heißt **PRODUKTION**, und die Saugpumpe dahinter ist der **KONSUM**.

Die **KNETE** ist eine Emulsion aus dem Treibstoff **ERGOL** und aus Luft. **ERGOL** (*) ist eine unkomprimierbare Flüssigkeit. Aber die Anwesenheit von Luftblasen macht das ganze, die **KNETE**, komprimierbar.

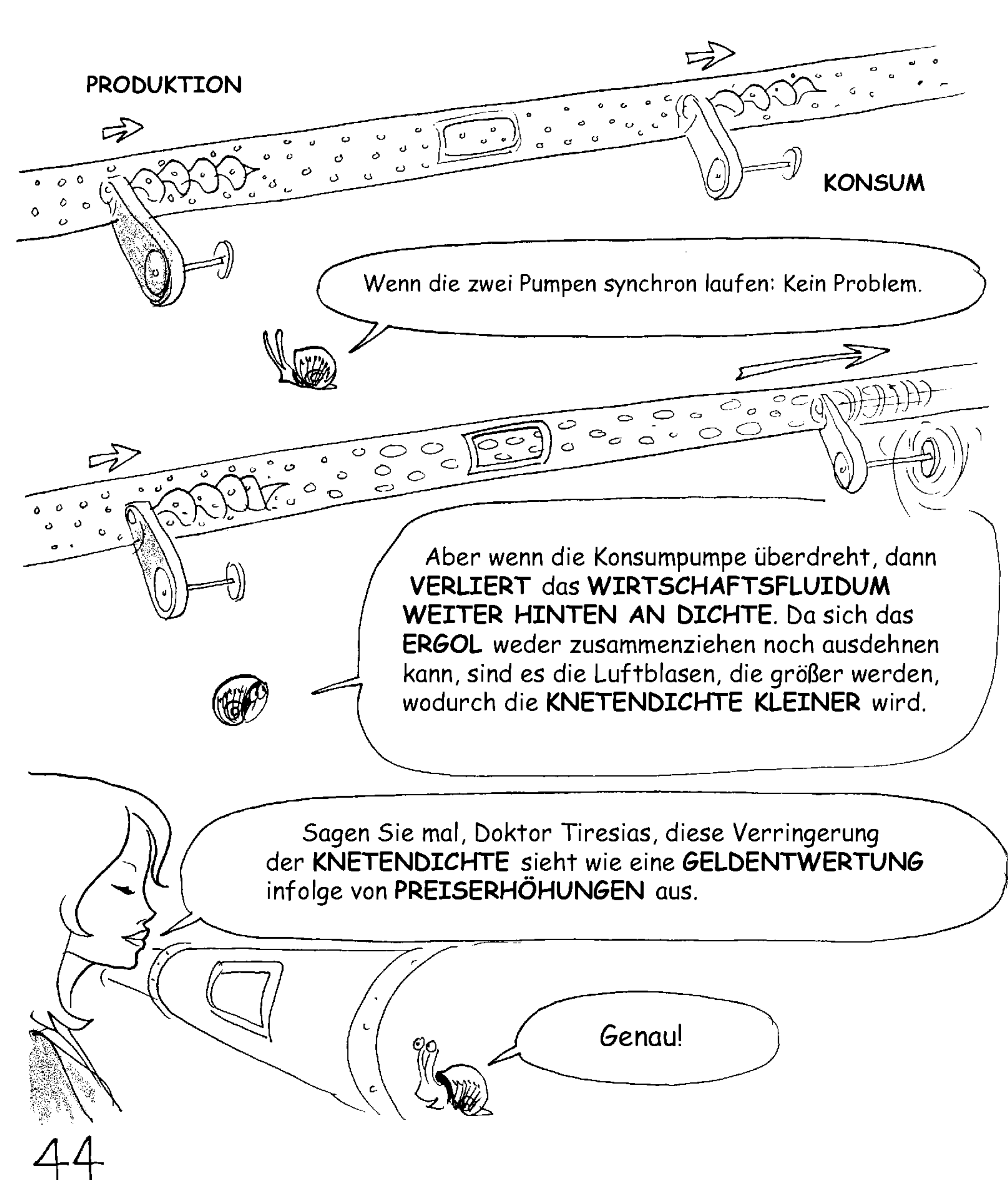


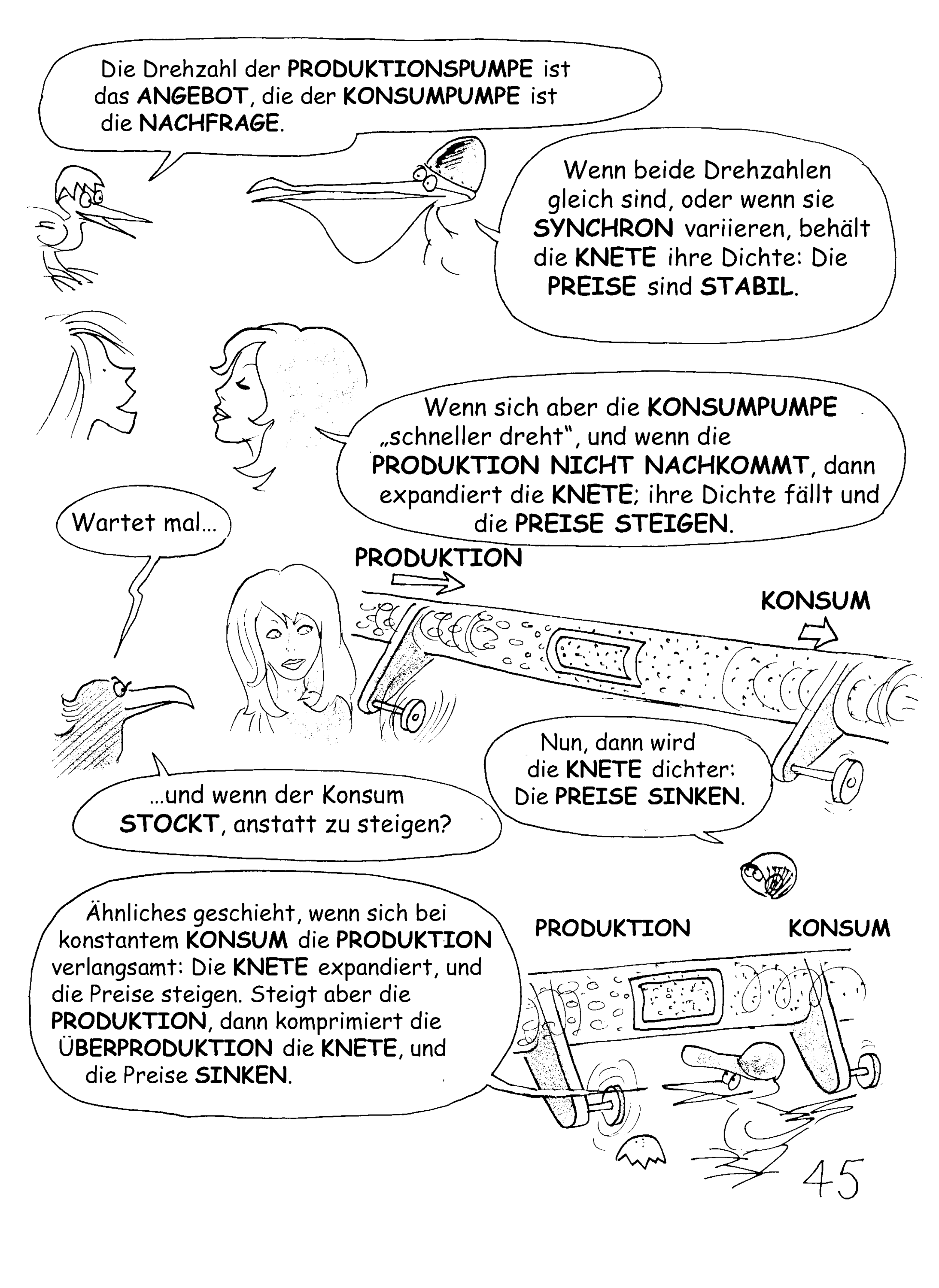
(*) von ERGOS, Griechisch ARBEIT.

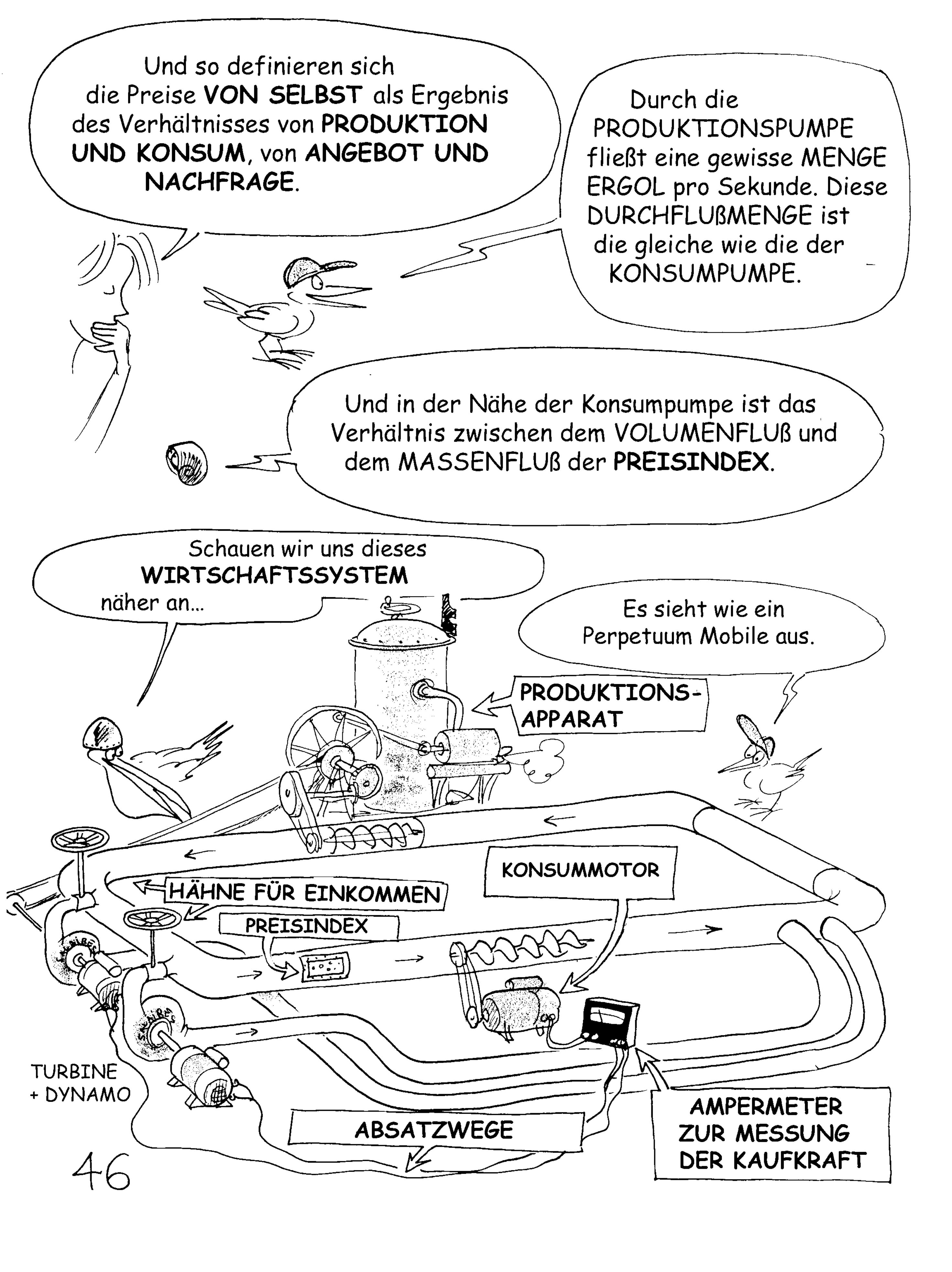
Zwischen der Pumpe der **PRODUKTION** und der Pumpe des **KONSUMS**...

...erlaubt es ein Fenster, die **DICHTE** des ökonomischen Fluidums abzuschätzen.

ERSTES GESETZ DER KNETODYNAMIK




Die Drehzahl der PRODUKTIONSPUMPE ist das ANGEBOT, die der KONSUMPUMPE ist die NACHFRAGE.
Wenn beide Drehzahlen gleich sind, oder wenn sie SYNCHRON variieren, behält die KNETE ihre Dichte: Die PREISE sind STABIL.
Wenn sich aber die KONSUMPUMPE „schneller dreht", und wenn die PRODUKTION NICHT NACHKOMMT, dann expandiert die KNETE; ihre Dichte fällt und die PREISE STEIGEN.
Wartet mal...
PRODUKTION
KONSUM
...und wenn der Konsum STOCKT, anstatt zu steigen?
Nun, dann wird die KNETE dichter: Die PREISE SINKEN.
Ähnliches geschieht, wenn sich bei konstantem KONSUM die PRODUKTION verlangsamt: Die KNETE expandiert, und die Preise steigen. Steigt aber die PRODUKTION, dann komprimiert die ÜBERPRODUKTION die KNETE, und die Preise SINKEN.
PRODUKTION
KONSUM


Und so definieren sich die Preise **VON SELBST** als Ergebnis des Verhältnisses von **PRODUKTION UND KONSUM**, von **ANGEBOT UND NACHFRAGE**.
Durch die PRODUKTIONSPUMPE fließt eine gewisse MENGE ERGOL pro Sekunde. Diese DURCHFLUßMENGE ist die gleiche wie die der KONSUMPUMPE.
Und in der Nähe der Konsumpumpe ist das Verhältnis zwischen dem VOLUMENFLUß und dem MASSENFLUß der **PREISINDEX**.
Schauen wir uns dieses **WIRTSCHAFTSSYSTEM** näher an...
Es sieht wie ein Perpetuum Mobile aus.
PRODUKTIONS-APPARAT
KONSUMMOTOR
HÄHNE FÜR EINKOMMEN
PREISINDEX
TURBINE + DYNAMO
ABSATZWEGE
AMPERMETER ZUR MESSUNG DER KAUFKRAFT



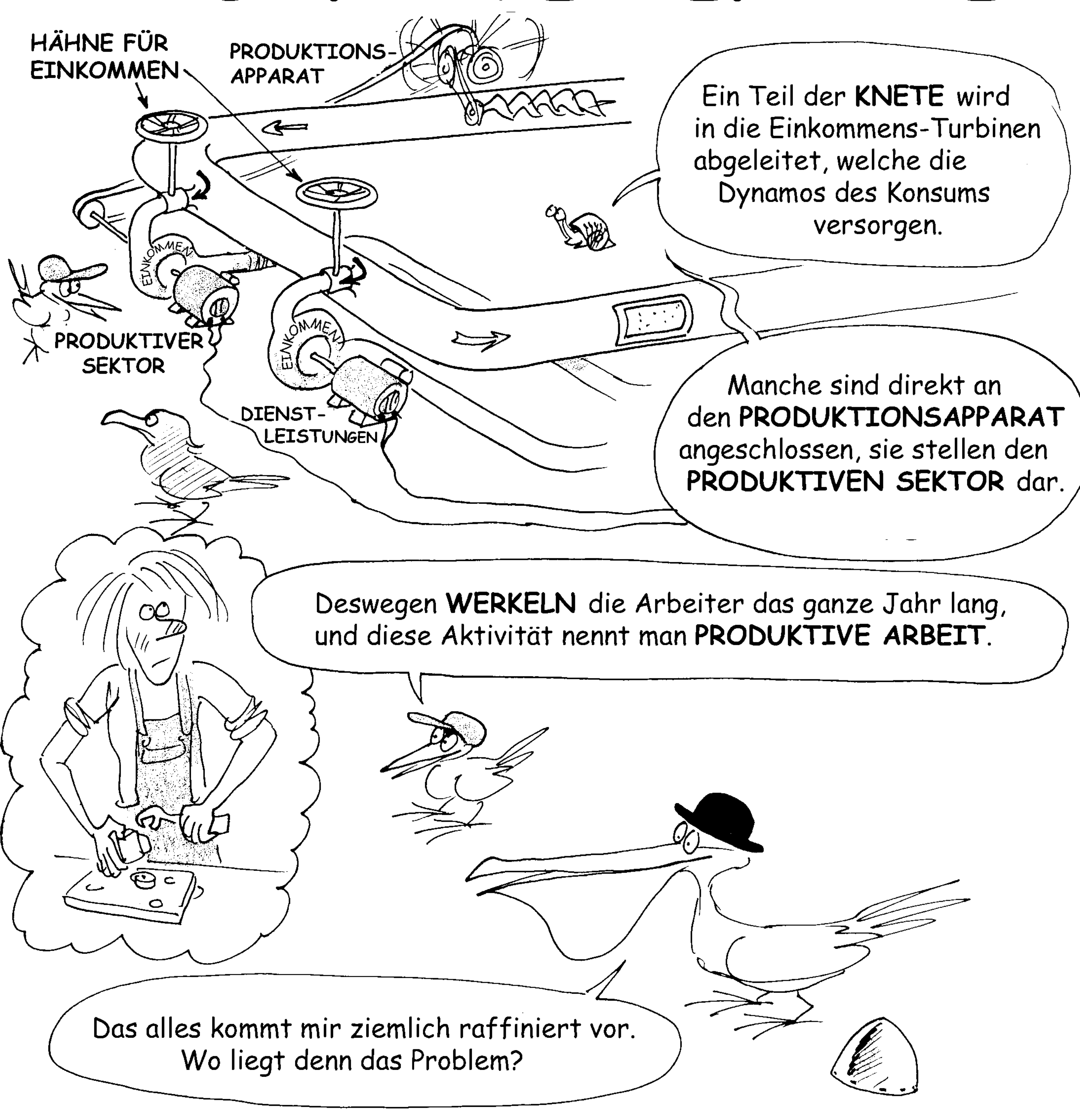
ZWEITES GESETZ DER KNETODYNAMIK

Das zweite Gesetz der Knetodynamik kann so formuliert werden: **ES KANN KEIN ISOLIERTES WIRTSCHAFTSSYSTEM EXISTIEREN.**

Die Leute können nicht nur Dinge kaufen, verkaufen oder verteilen. Irgendwo muss, ausgehend von Rohstoffen und Energie und unter welcher Form auch immer, eine **PRODUKTIVE ARBEIT** geleistet werden.

Das klingt ja selbstverständlich.

PRODUKTIVE & NICHT-PRODUKTIVE SEKTOREN



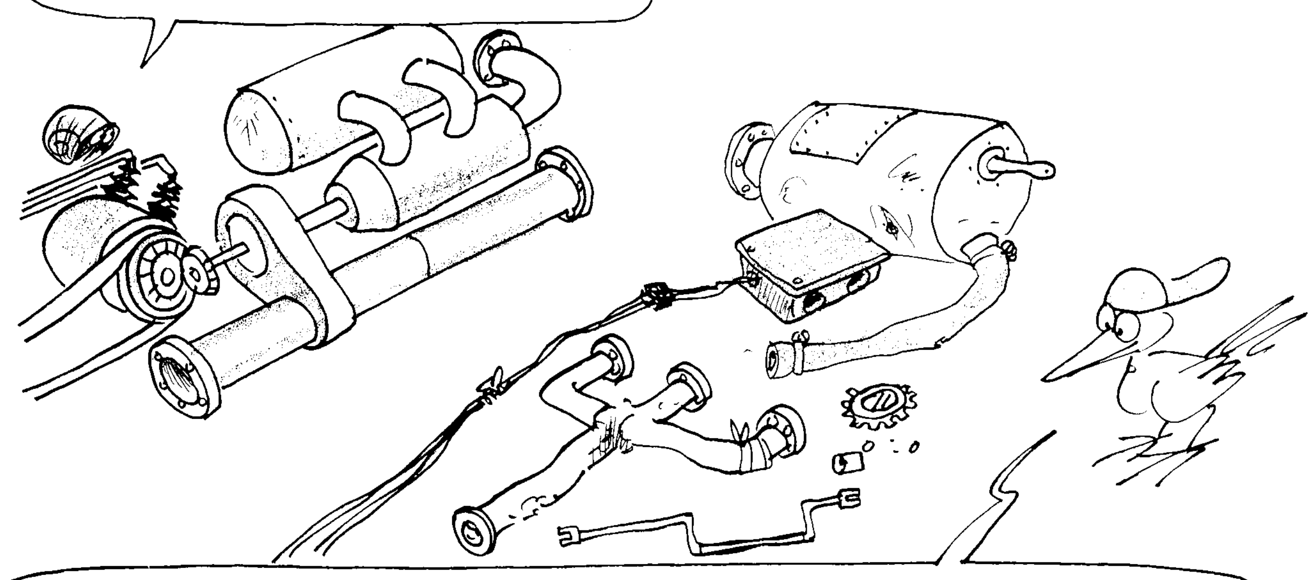
DIE PRODUKTIVITÄT



Die Maßeinheit dieses **WIRTSCHAFTSDRUCKS** ist **BAR**.

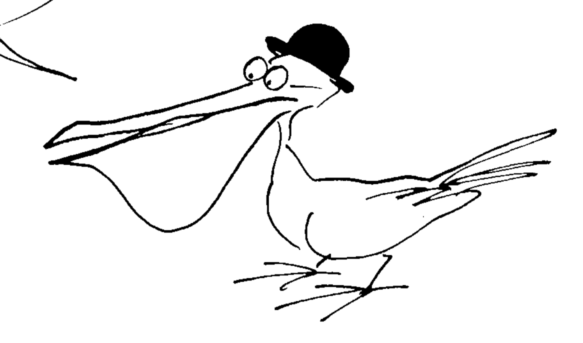
Ich nehme an, er wird mit einem **BAROMETER** gemessen?

Um die Wirtschaftskraft zu steigern, kann man die **ERGOLMENGE**, d.h. die **MENGE DER GELEISTETEN ARBEIT** erhöhen. Aber es ist auch wichtig, die Art und Weise zu verbessern, wie diese Arbeit genutzt und aufgeteilt wird, d.h. die **PRODUKTIVITÄT**.



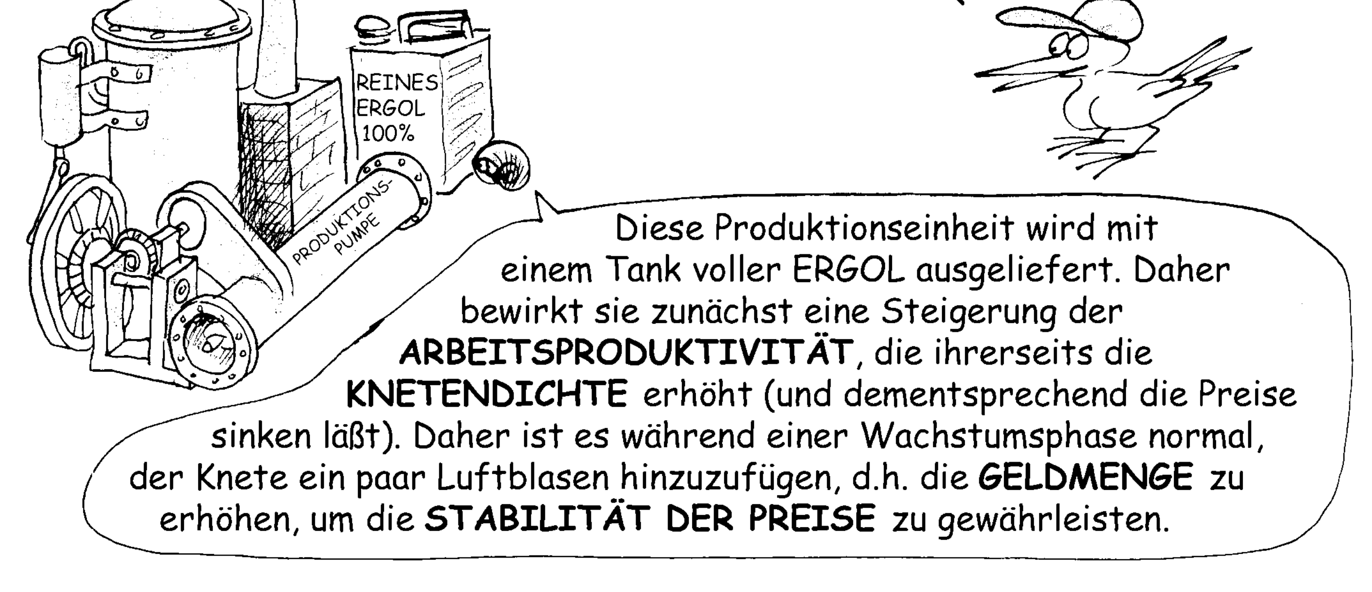
Ja, es ist besser, eine größere, modernere Maschine mit dicken Rohren und starken elektrischen Leitungen einzusetzen, als die schon existierenden Installationen zu verdoppeln oder zu verdreifachen.

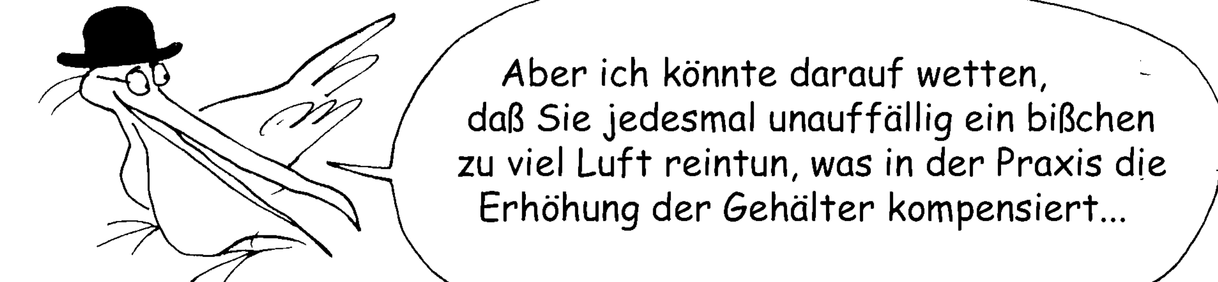
Allerdings bleibt mir etwas schleierhaft: Was bestimmt denn das Gesamtvolumen der **KNETE** in der Wirtschaftsmaschine?



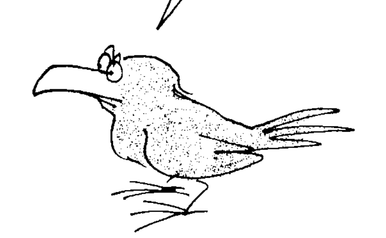
WACHSTUM UND GELDMENGE

Der **TATSÄCHLICHE** Zustand eines **WIRTSCHAFTSSYSTEMS** wird durch die **MENGE ERGOL** bestimmt, die in ihm zirkuliert. Es ist der dichte Teil der **KNETE**, die **ARBEITSKRAFT**, gekoppelt mit der **FLIEßGESCHWINDIGKEIT** des **ERGOLS**. Was passiert, wenn man dem System eine neue **PRODUKTIONSEINHEIT** hinzufügt?






Gut. Nehmen wir an, wir seien in einer Wachstumsphase. Max, Du wirst den Arbeiter im produktiven Sektor mimen, und Du, Albert, Du wirst der Angestellte des nicht-produktiven Sektors sein.
Warum nicht-produktiv?
Aber ja, Du wirst die DIENSTLEISTUNGEN und die ADMINISTRATION verkörpern!
Gut, eine neue Produktionseinheit wurde dem Wirtschaftssystem hinzugefügt. Es läuft gut. Plus zwölf Bar auf dem Barometer für den Wirtschaftsdruck.
Die Inbetriebnahme dieser Einheit schafft ARBEITSPLÄTZE und verringert somit die ARBEITSLOSIGKEIT. Aber Lohn- und Gehaltsforderungen werden lauter.
EINKOMMEN
Wir verlangen Einkommens-erhöhungen!
Ok, ich erhöhe den Einkommensstrom.
Die PREISE... So ist es gut... Langsam...
Die Intensität steigt. Auf den ABSATZWEGEN gibt es nicht all zu viele Verluste.
Der Durchfluß von ERGOL durch die Absatzpumpe nimmt zu. Der LEBENSSTANDARD steigt.

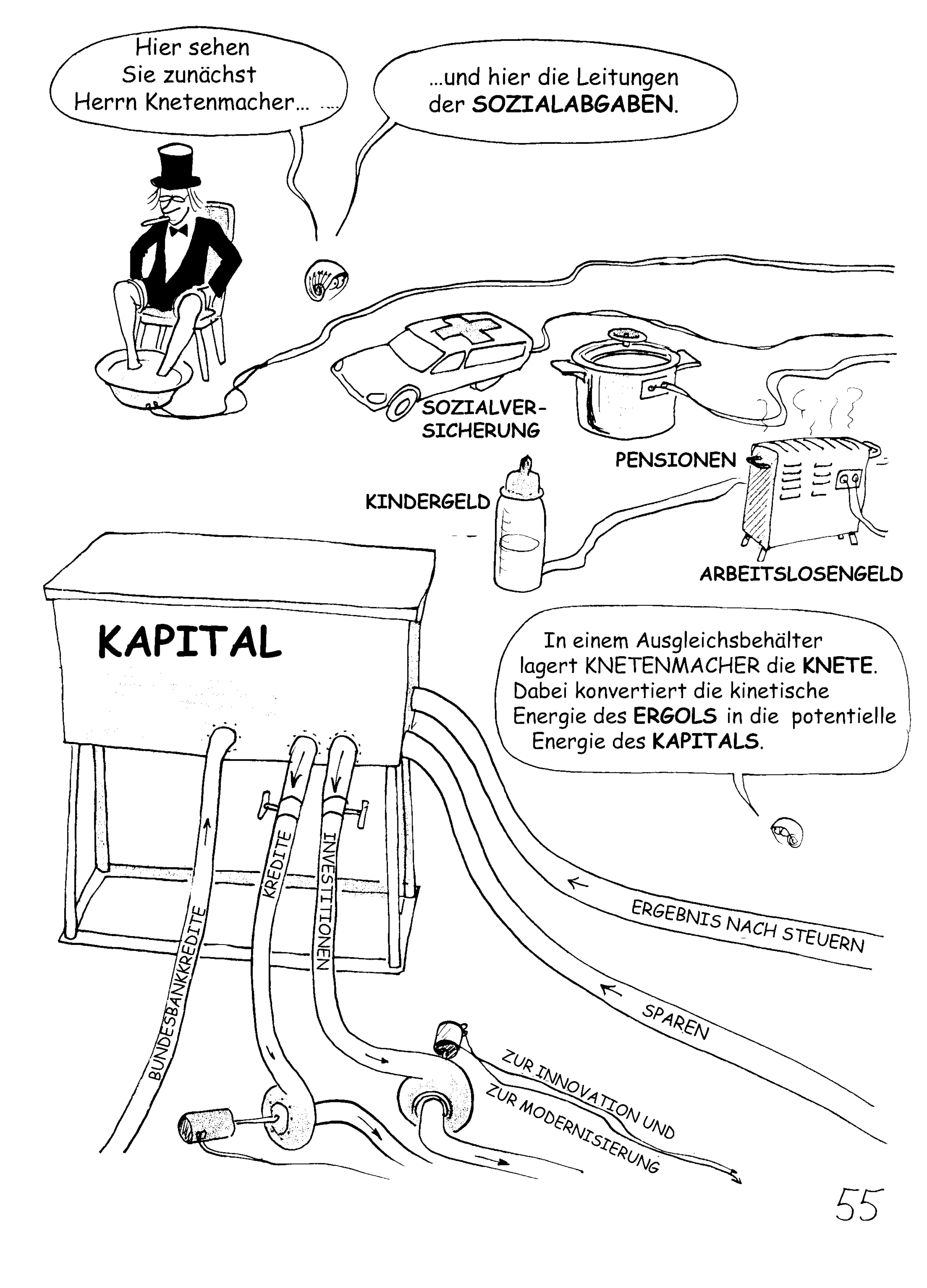


DIE INVESTITIONEN

DAS KAPITAL, DER PROFIT, DIE STEUERN, DAS SPAREN



Die Zirkulation der **KNETE** wird durch eine große Anzahl von Umleitungen und Verlusten behindert. Unmittelbar nach der Produktionspumpe versorgt das **ERGOL** eine Turbine, die mit einem Generator verbunden ist. Ein Teil der somit abgeleiteten Energie wird in einem Kreislauf namens **SOZIALABGABEN** eingeleitet. Ein anderer Teil geht in die **PRODUKTIONSKOSTEN**, und der Rest wird dazu benutzt, Herrn **KNETENMACHERS** Fußbad warm zu halten.


Hier sehen Sie zunächst Herrn Knetenmacher...
...und hier die Leitungen der **SOZIALABGABEN**.
SOZIALVER-SICHERUNG
PENSIONEN
KINDERGELD
ARBEITSLOSENGELD
KAPITAL
In einem Ausgleichsbehälter lagert KNETENMACHER die **KNETE**. Dabei konvertiert die kinetische Energie des **ERGOLS** in die potentielle Energie des **KAPITALS**.
BUNDESBANKKREDITE
KREDITE
INVESTITIONEN
ERGEBNIS NACH STEUERN
SPAREN
ZUR INNOVATION UND
ZUR MODERNISIERUNG

Der Behälter für **KAPITAL** wird durch den **GEWINN NACH STEUERN** gefüllt und von etwas namens **SPAREN**.

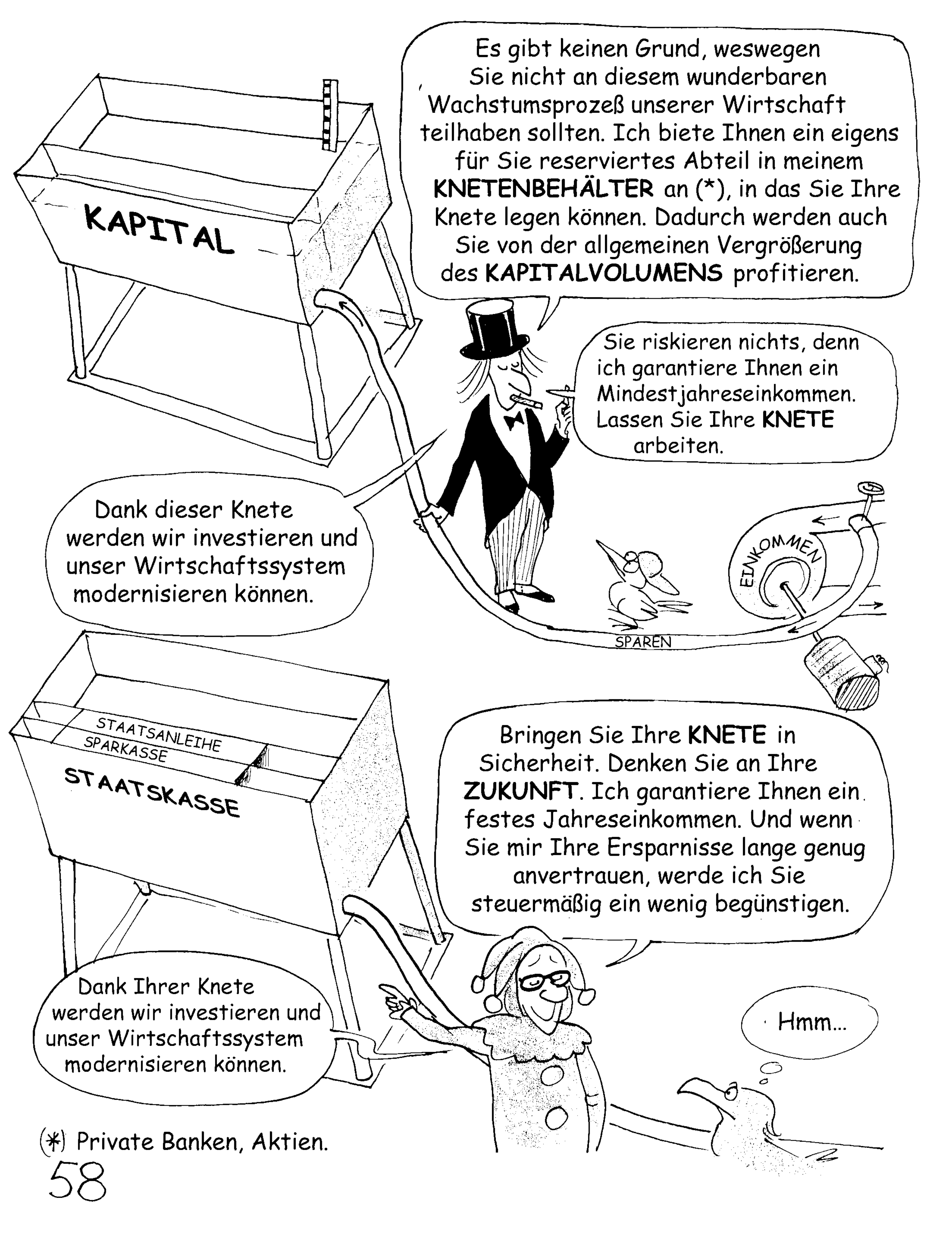


Umgekehrt kann die in diesem Behälter befindliche **KNETE** zu zwei Turbinen geleitet werden, welche mit Generatoren gekoppelt sind. Die eine versorgt eine Maschine für die Innovation und zur Modernisierung. Die andere wird **RÜCKSTELLUNGEN** genannt.

Der **FINANZMINISTER** besitzt einen ähnlichen Behälter. Er versorgt ihn mit **STEUERN**. Zunächst einmal treibt er bei den Unternehmen eine **STEUER AUF UNTERNEHMENSGEWINNE** ein. Dann gibt es noch die **EINKOMMENSTEUER** für Erwerbstätige. Schließlich gibt es vor der **KONSUMPUMPE** noch **INDIREKTE STEUERN** wie z.B. die **MEHRWERTSTEUER**.



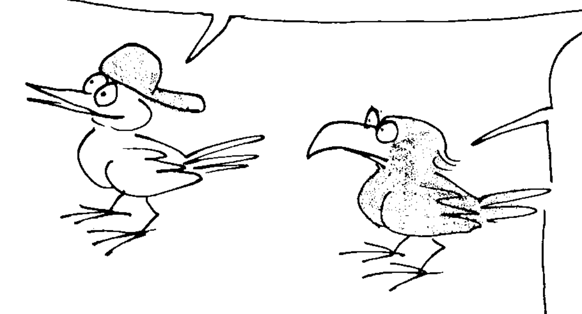
Ah, und da sind die **STAATSAUSGABEN.**
MILITÄR
BILDUNG & FORSCHUNG
SOZIALWESEN
RF
Ich nehme an, das ist eine **STAATSKAROSSE** ?
Und wie funktionieren **SPAREN** und **KREDITE**?
Das **KAPITAL** und die **STAATSKASSE** bilden Ausgleichsbehälter, die prinzipiell eine **AUSGLEICHSFUNKTION** haben. Wir haben weiter vorn gesehen, dass ein allein gelassenes **WIRTSCHAFTSSYSTEM** wegen der Wechselwirkung zwischen **KONSUM** und **PRODUKTION** an sich **INSTABIL** ist, da der Konsum stetig dazu neigt, zu überdrehen und die **PREISE** hochzutreiben.
Daher ermutigt man die Erwerbstätigen dazu, ihre **KNETE** in diese beiden Ausgleichsbehälter zu tun...



(*) Private Banken, Aktien.

ETWAS SPÄTER...

Sehr viel geben sie uns nicht. Aber hast Du gesehen? Wir haben trotzdem ein wenig an Volumen dazu gewonnen.



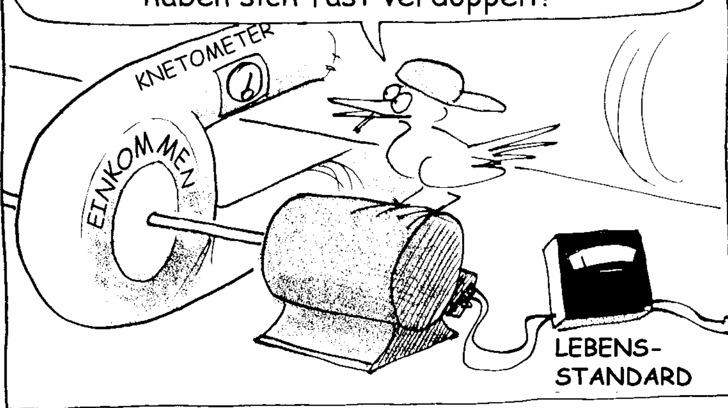
Du bist ja so naiv! Die Wirtschaftsaktivität entwickelt sich. Die Inbetriebnahme neuer Produktionseinheiten hat zwar einen Zuwachs der **ERGOLMENGE** zur Folge. Aber sie fügen ihr so viele Luftblasen hinzu, daß die **DICHTE DER KNETE** stetig abnimmt. Und am Ende bist Du der Verlierer.

Meinst Du etwa, dass in unseren Ersparnissen der **ERGOLANTEIL** (die Dichte der Emulsion) **ABNIMMT**, anstatt zu wachsen?!...



Was glaubst Du denn?...

Aber unsere Einkommen sind doch gestiegen! Schau mal, die Einkommenszuflüsse haben sich fast verdoppelt!



Ja, aber das, was Du in der Turbine siehst, das ist **LUFT**, eine **KNETE** von einer immer geringeren Dichte! Achte einmal auf die Intensität!

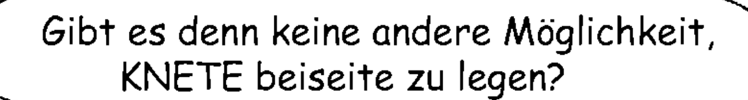




Sie ist sehr wenig gestiegen...

Das echte **WIRTSCHAFTSWACHSTUM** bemißt sich nicht am Volumen der verquirlten **KNETE**, sondern an dem des **ERGOLS** darin. So mißt man auch nicht den Anstieg des **LEBENSSTANDARDS** mit Hilfe des bloßen **EINKOMMENSZUFLUSSES** (Löhne und Gehälter), sondern mit Hilfe der **INTENSITÄT (KAUFKRAFT)**.

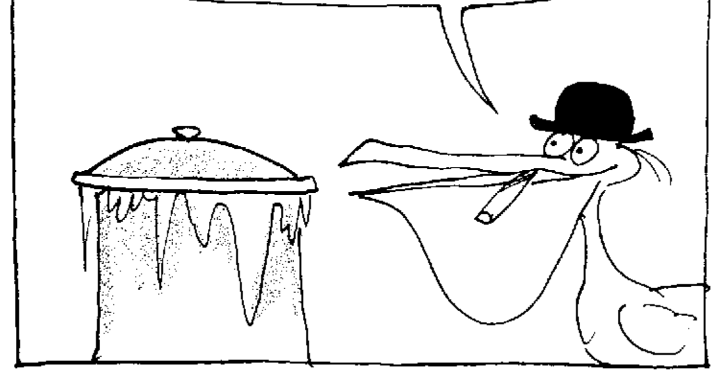


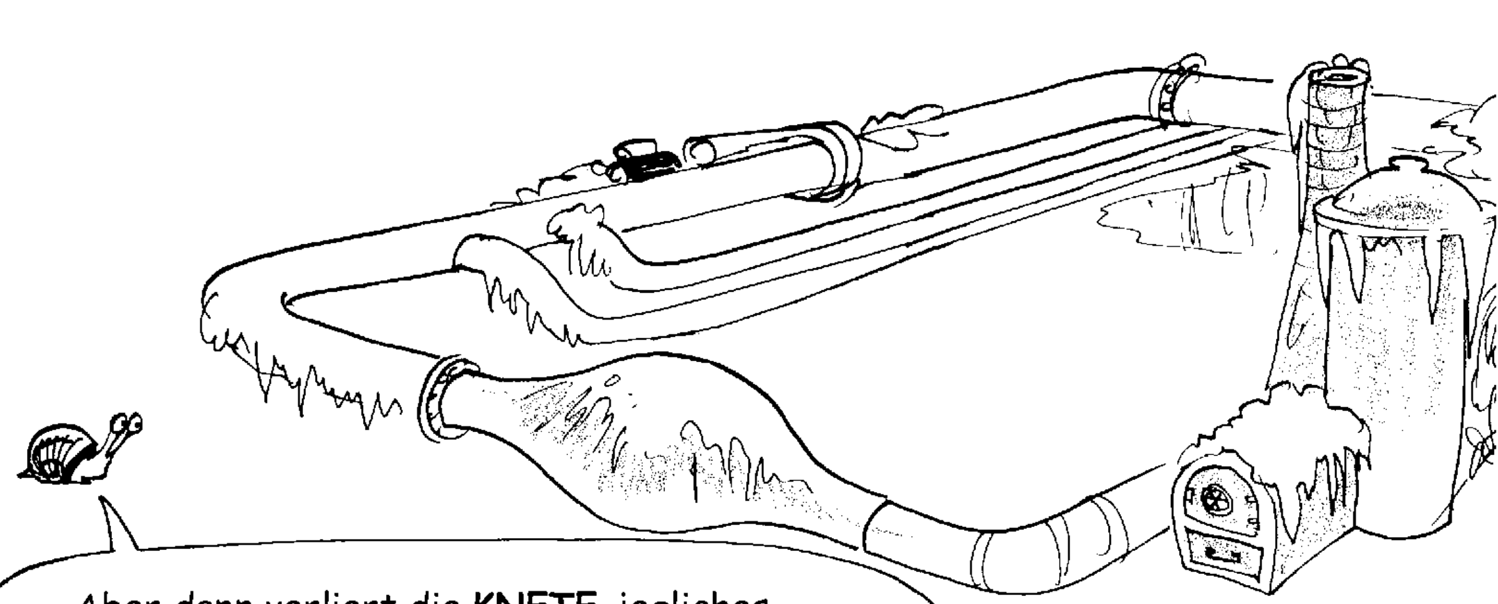


Gibt es denn keine andere Möglichkeit, KNETE beiseite zu legen?

Nun, um ihre Menge bei der Lagerung konstant zu halten, kann man sie **EINFRIEREN**.

Ausgezeichnete Idee! Um der **INFLATION** aus dem Weg zu gehen, die ansonsten jede Wirtschaft zerfrißt, kann man alles einfrieren!

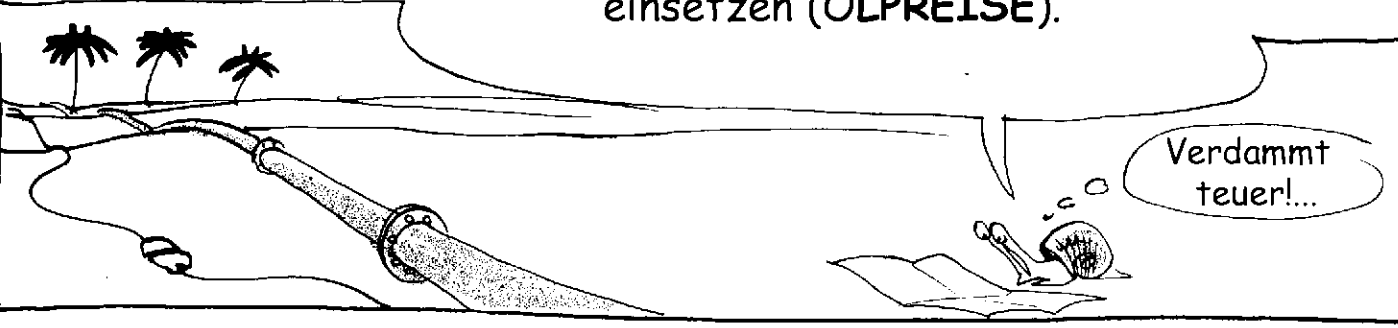




Aber dann verliert die **KNETE** jegliches Interesse, denn sie muß **FLIEßEN KÖNNEN**. Das **EINFRIEREN DES KAPITALS** lähmt das Wirtschaftssystem.

Nanu, ein Pipeline !?!

Das Heizwerk des Wirtschaftssystems wird mit einer wertvollen Flüssigkeit versorgt, die aus einer fernen Wüste kommt. Um diese Flüssigkeit hierher zu bringen, muss man sehr viel Energie einsetzen (**ÖLPREISE**).



Im Gegenzug kommt eine Leitung aus der Wüste und versorgt mehr oder weniger auch die Konsumpumpe (**EXPORTE**). (*)

KONSUMPUMPE

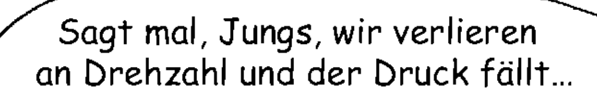
EXPORTE

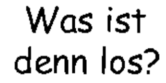
(*) Auf die **INTERNATIONALISIERUNG DER WIRTSCHAFT** wird in einem der nächsten Comics eingegangen: **INTERNATIONALES INFLATRON**

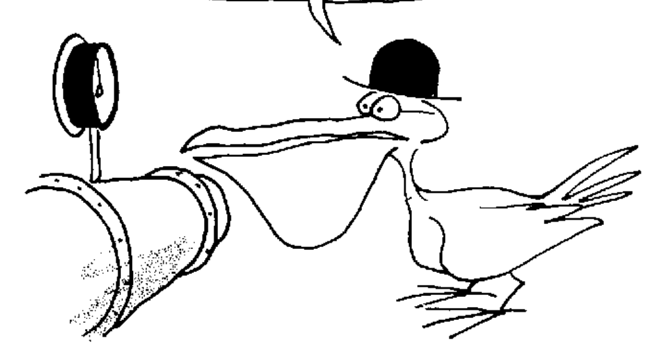
DIE ÖLKRISE



Ah, da kommt der **MINISTER**...
Lesen wir mal die Post...
Oh...
Oooooh!!!...
Sie haben ja die Tarife erhöht!!!
Nanu, mein Fußbad wird kälter?
Es ist normal. Der ganze Strom fließt nun in die Leitung der **PRODUKTIONSKOSTEN**.
PRODUKTIONSKOSTEN
SOZIALABGABEN


Sagt mal, Jungs, wir verlieren
an Drehzahl und der Druck fällt...


Was ist
denn los?

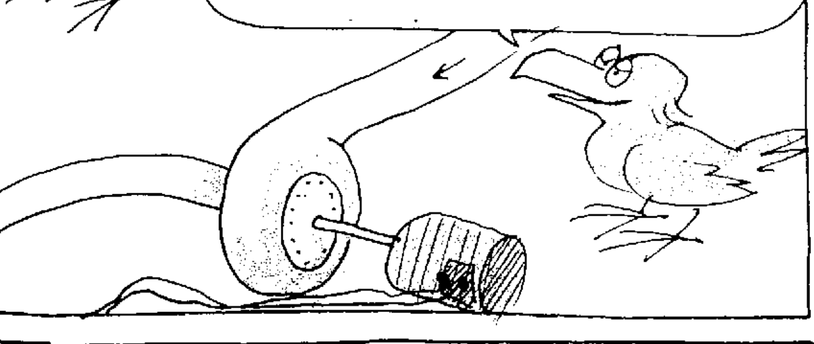





Knetenmacher hat
die **UNRENTABLEN**
Produktionseinheiten
geschlossen!

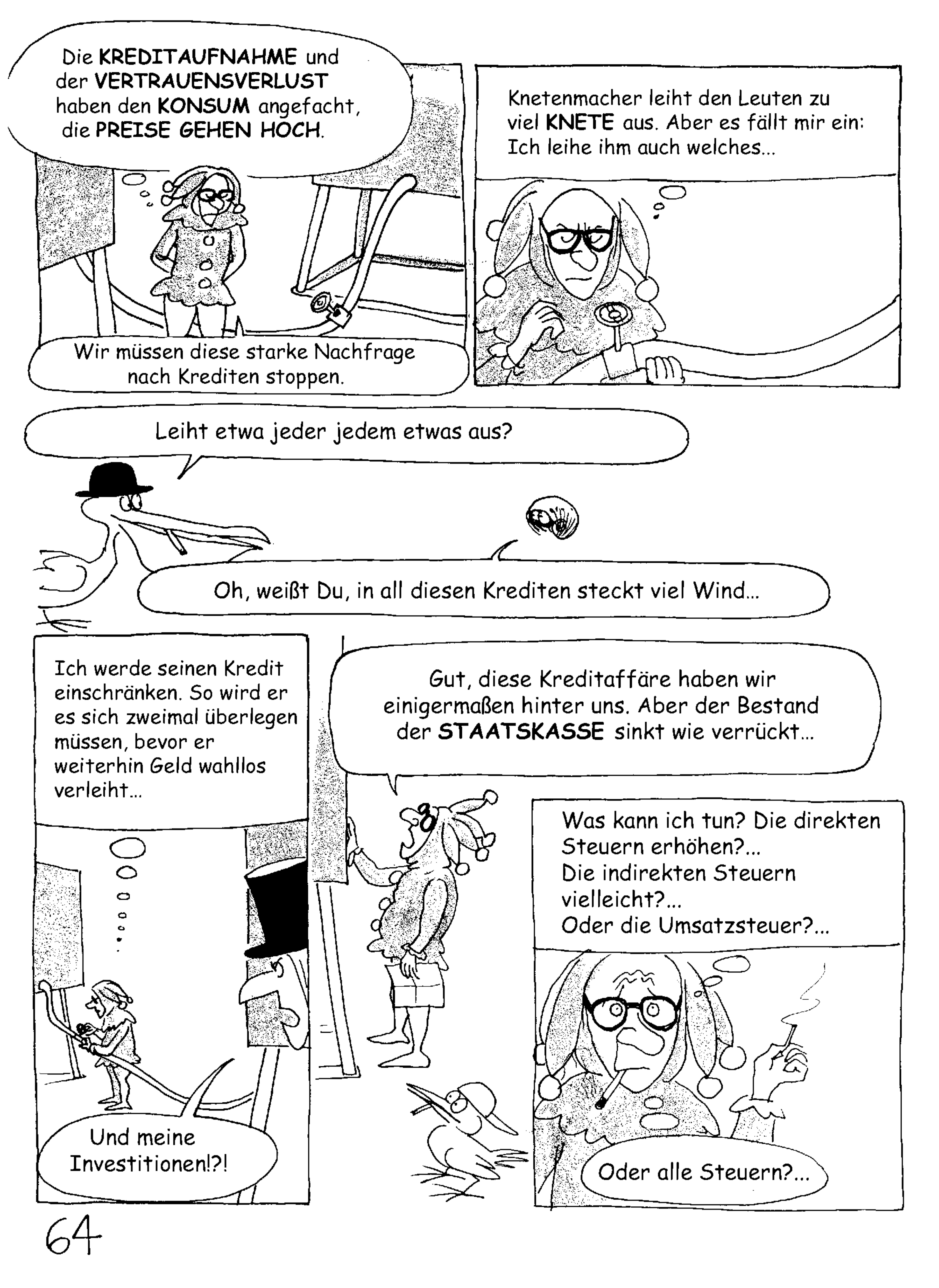

Die **ARBEITSLOSIGKEIT** steigt...
ARBEITS-
LOSIGKEIT
ARBEITS-
LOSIGKEIT
ARBEITS-
LOSIGKEIT


Was machst Du?

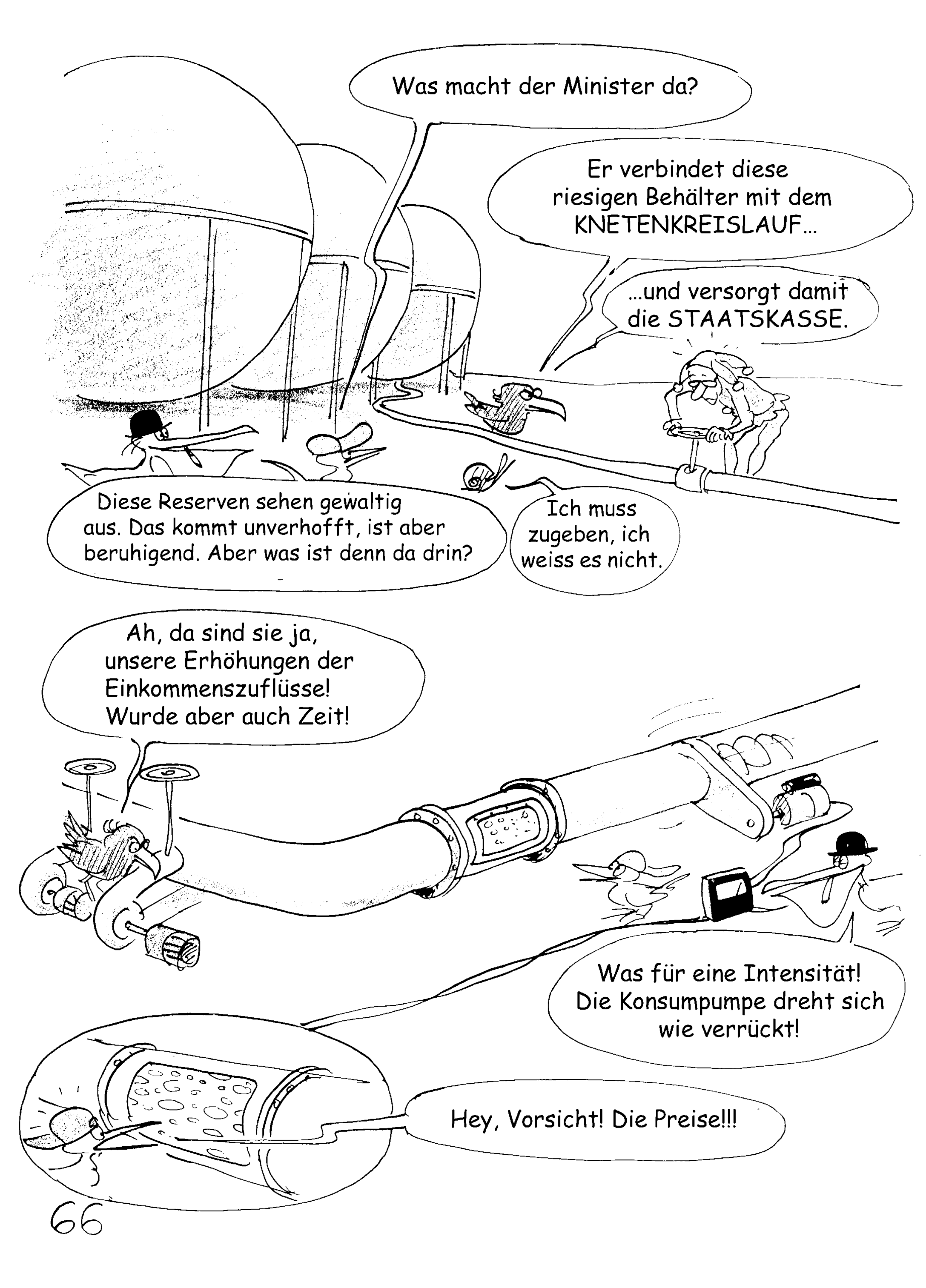

Besser kaufen, bevor die
Preise steigen ... Ich liquidiere
meine **ERSPARNISSE** und
nehme einen **KREDIT** auf.

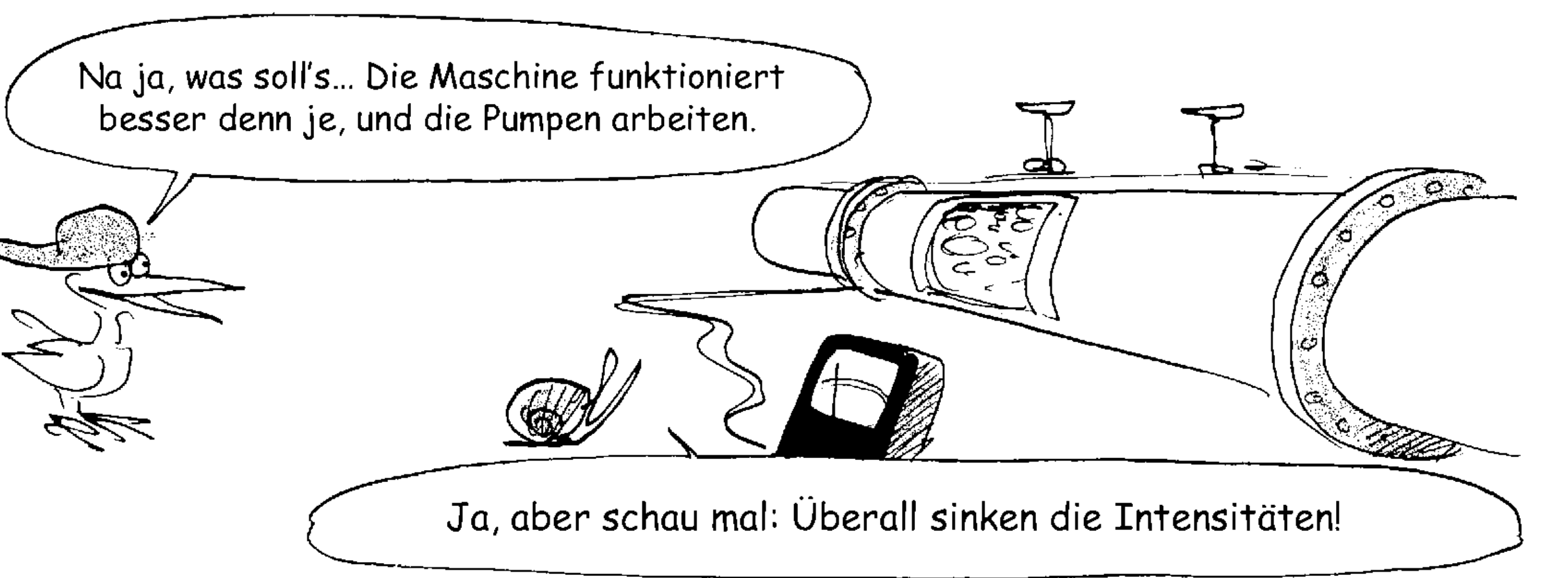

Und was macht Knetenmacher?
Hab' den Eindruck, dass er
unauffällig etwas Luft in seinen Behälter
reinläßt (**INFLATION DURCH
KREDITAUFNAHME**)


Soll das bedeuten, dass Knetenmacher...
Falschgeld macht?
Nee, nicht wirklich... Aber dieses
BANKENSYSTEM, all diese Papiere,
diese Kredite... das alles sieht am Ende
verdammt so aus wie echtes Geld. Und
wenn man eines Tages Knetenmachers
Behälter entleeren sollte, würde man
bestimmt auf ein paar Überraschungen
stoßen...


Die **KREDITAUFNAHME** und der **VERTRAUENSVERLUST** haben den **KONSUM** angefacht, die **PREISE GEHEN HOCH**.
Wir müssen diese starke Nachfrage nach Krediten stoppen.
Knetenmacher leiht den Leuten zu viel **KNETE** aus. Aber es fällt mir ein: Ich leihe ihm auch welches...
Leiht etwa jeder jedem etwas aus?
Oh, weißt Du, in all diesen Krediten steckt viel Wind...
Ich werde seinen Kredit einschränken. So wird er es sich zweimal überlegen müssen, bevor er weiterhin Geld wahllos verleiht...
Und meine Investitionen!?!
Gut, diese Kreditaffäre haben wir einigermaßen hinter uns. Aber der Bestand der **STAATSKASSE** sinkt wie verrückt...
Was kann ich tun? Die direkten Steuern erhöhen?... Die indirekten Steuern vielleicht?... Oder die Umsatzsteuer?...
Oder alle Steuern?...


Wir fordern eine Erhöhung der Einkommenszuflüsse!
Herr MINISTER, in den Leitungen sinkt der Druck, das BAROMETER fällt!
Hey, die Kasse ist fast leer!
Sieh mal, was ist denn das für ein Ding!?!
Es ist eine große Glühbirne, die von der Staatskasse versorgt wird...
So sieht man uns von weitem
Was? Schalten Sie das bloß sofort aus! Ansonsten fahren wir gegen die Wand!
Wir wollen eine Erhöhung der Einkommenszuflüsse, ansonsten PRODUZIEREN wir nicht mehr!
Ja, ja... gleich!
Es gibt nur noch eine Lösung...


Was macht der Minister da?
Er verbindet diese riesigen Behälter mit dem KNETENKREISLAUF...
...und versorgt damit die STAATSKASSE.
Diese Reserven sehen gewaltig aus. Das kommt unverhofft, ist aber beruhigend. Aber was ist denn da drin?
Ich muss zugeben, ich weiss es nicht.
Ah, da sind sie ja, unsere Erhöhungen der Einkommenszuflüsse! Wurde aber auch Zeit!
Was für eine Intensität! Die Konsumpumpe dreht sich wie verrückt!
Hey, Vorsicht! Die Preise!!!



Das ist nicht normal: Wir produzieren wie verrückt, und es sieht so aus, als ob es nichts bewirken würde.

EINKOMMEN

Was hat der MINISTER in die Knete getan?!?!

Schauen wir uns diese Behälter an...

Eine Tür?

Gehen wir rein...

LEER !!!



Nein! Sie **WAREN IMMER LEER**!

Eine Art **WIRTSCHAFTSVAKUUM?**

Rein gar **NICHTS**?

Wenn es schlecht läuft, machen alle Minister immer das gleiche: Sie injizieren eine enorme **LUFTBLASE** in den Kreislauf. Es treibt erst einmal die Knete an, wie eine Art **AUFPUTSCHMITTEL**.

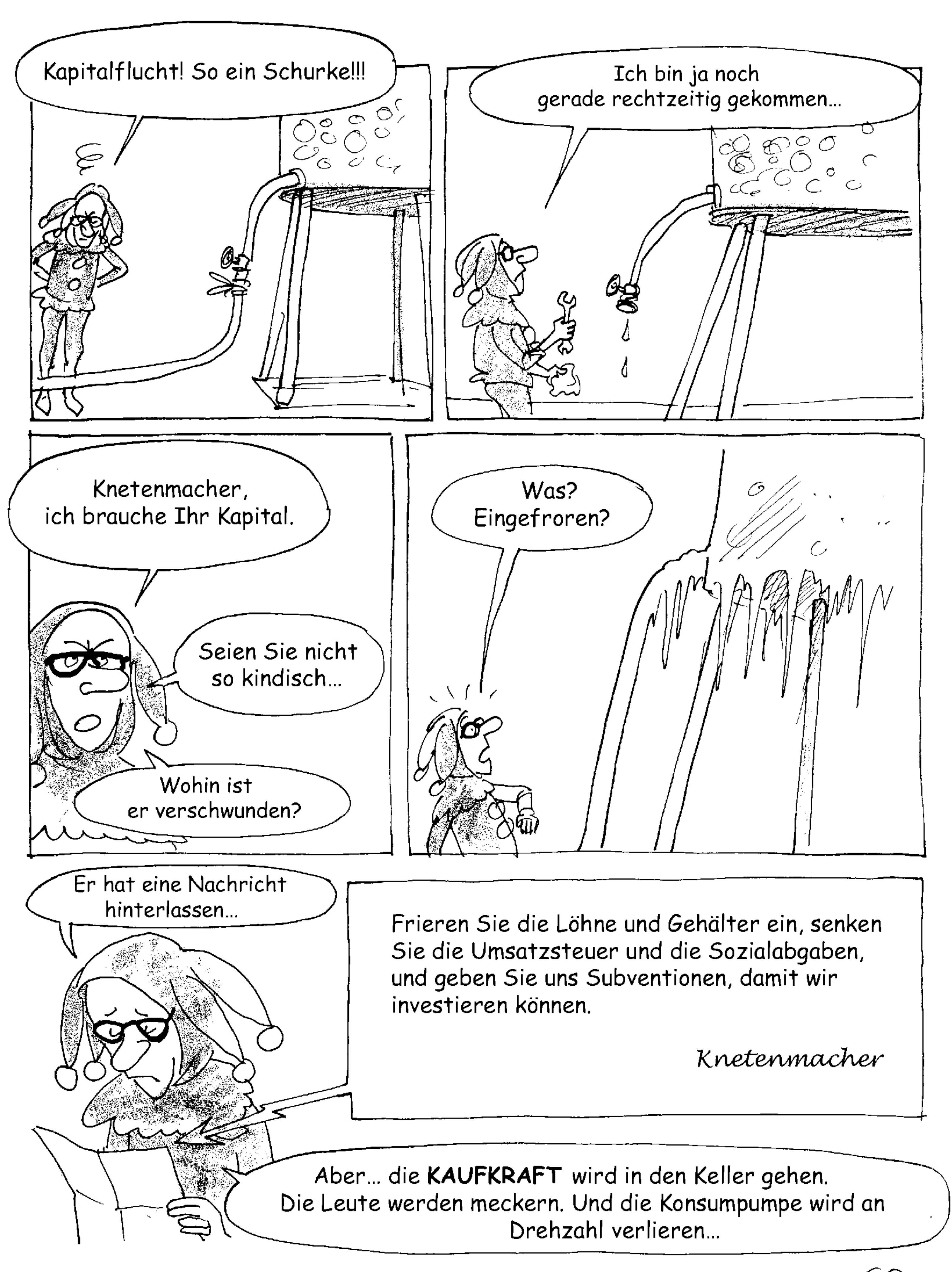


Dann wird die Mischung homogener, und das Ergebnis ist, dass die **KNETE** an Dichte verliert.





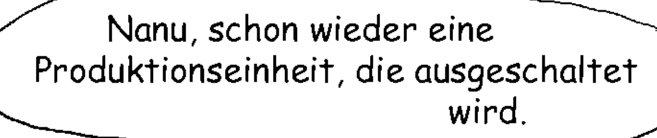


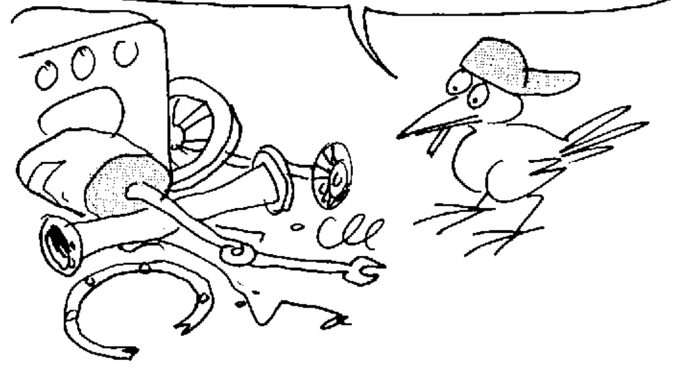

Kapitalflucht! So ein Schurke!!!
Ich bin ja noch gerade rechtzeitig gekommen...
Knetenmacher, ich brauche Ihr Kapital.
Seien Sie nicht so kindisch...
Wohin ist er verschwunden?
Was? Eingefroren?
Er hat eine Nachricht hinterlassen...
Frieren Sie die Löhne und Gehälter ein, senken Sie die Umsatzsteuer und die Sozialabgaben, und geben Sie uns Subventionen, damit wir investieren können.
Knetenmacher
Aber... die KAUFKRAFT wird in den Keller gehen. Die Leute werden meckern. Und die Konsumpumpe wird an Drehzahl verlieren...



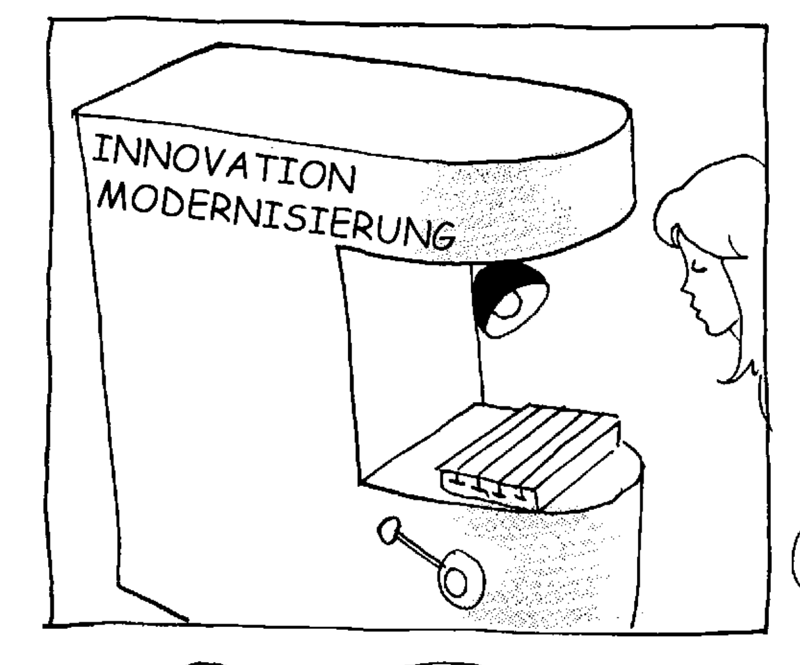
Fangen wir damit an, ein bißchen Öl zu sparen!
Diese KNETE taugt nichts mehr! Wir wollen Erhöhungen der Einkommenszuflüsse!
EINKOMMEN
Nun, wir hatten's ja gesagt!
Es ist widersinnig!
Garantierte Pleite!
Im übrigen war es auch nicht schlimmer, als ich Minister war...

EPILOG


Nanu, schon wieder eine
Produktionseinheit, die ausgeschaltet
wird.




Man müßte
eine andere
einschalten...
viele andere...


INNOVATION
MODERNISIERUNG


Herr MINISTER...
Und wenn ich ein anderes
Ministerium schaffen würde?...
Oder ein Staatssekretariat?...


Ja?
Herr MINISTER, die einzige Lösung
besteht darin, einen Sprung nach vorne zu machen.
Wir müssen die INNOVATIONEN VORANTREIBEN,
modernere Produktionsmittel erfinden.
Wir müssen auf **KREATIVITÄT** setzen!

Ja... ja... Sie haben recht.

STAATSKASSE

SUBVENTIONEN

FORSCHUNG

Und?

Nichts!...

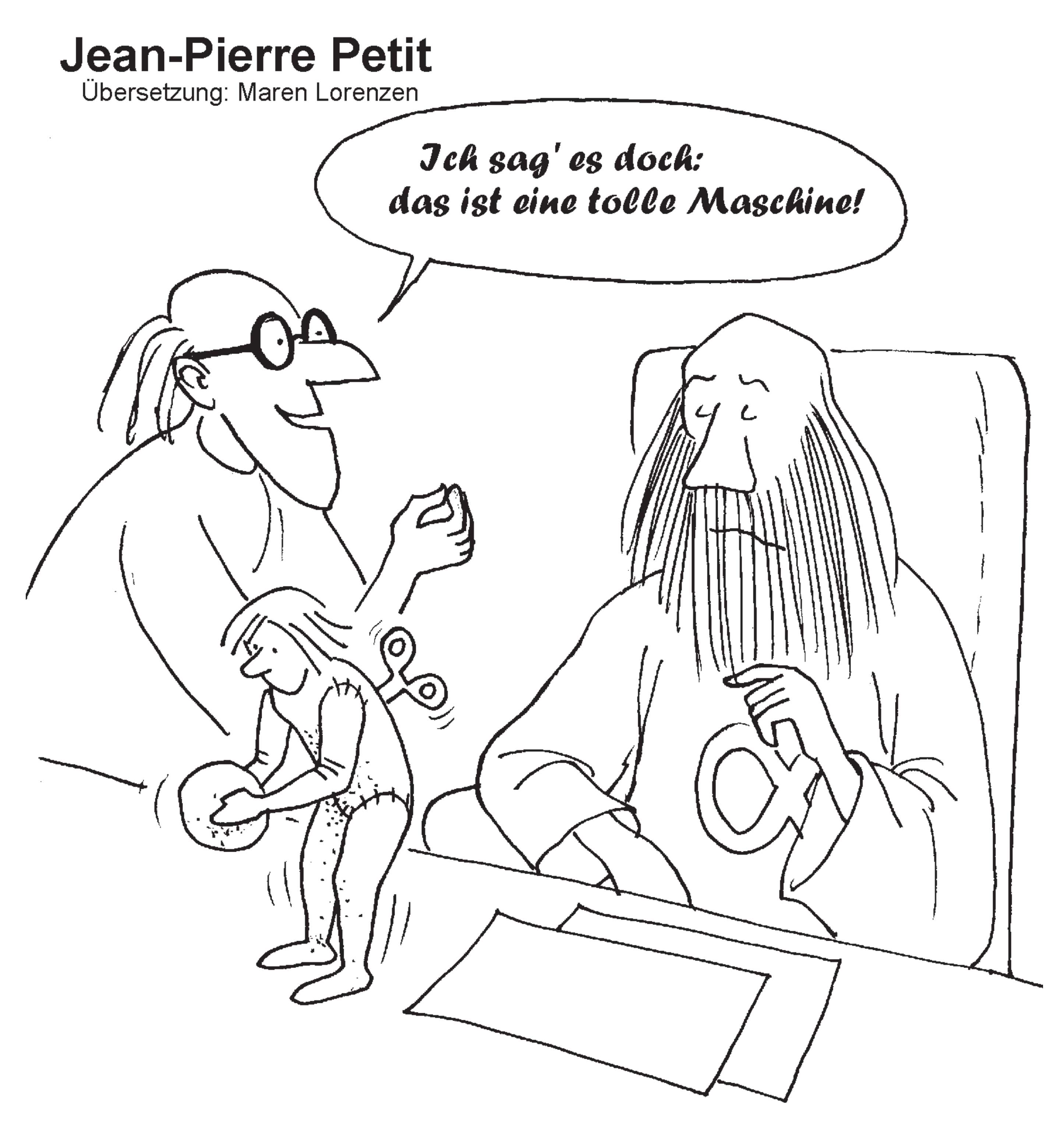
Das Drama unseres Landes, das sind die **LEITUNGSVERLUSTE**...

ENDE

Savoir sans Frontières

Das Spondyloskop

Jean-Pierre Petit
Übersetzung: Maren Lorenzen



http://www.savoir-sans-frontieres.com

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



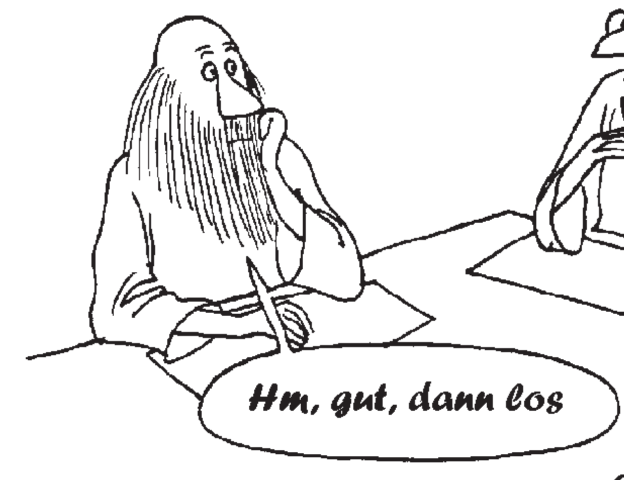
Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

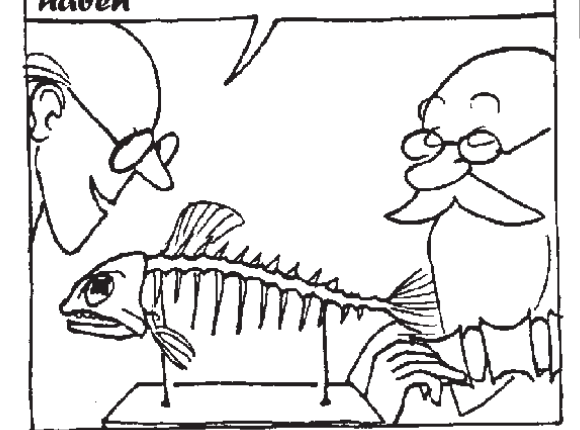
Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

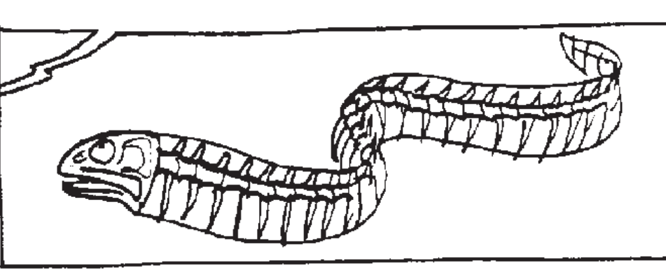
Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

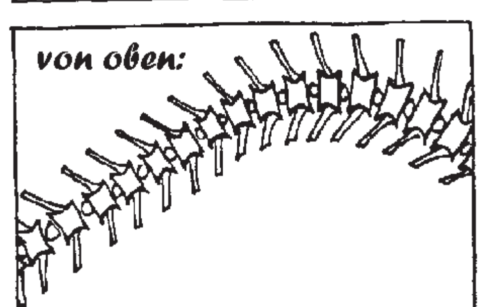
Dieses Buch wendet sich an alle,
die ein Skelett haben

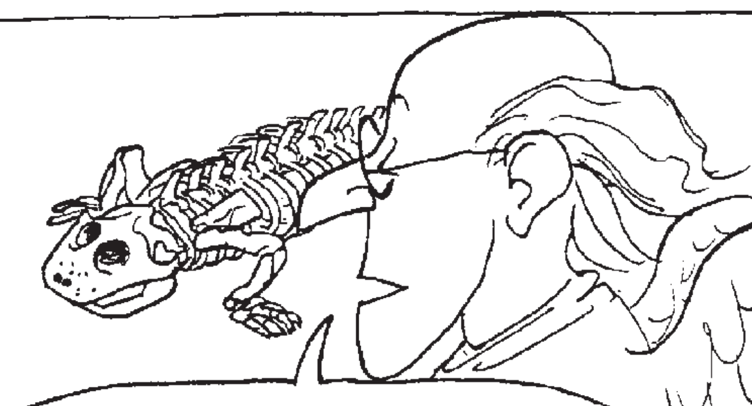

PROLOG


Gut, kommen wir jetzt also zu den Neuheiten auf dem Gebiet der Evolution auf unserem Planeten Erde
Hm, gut, dann los

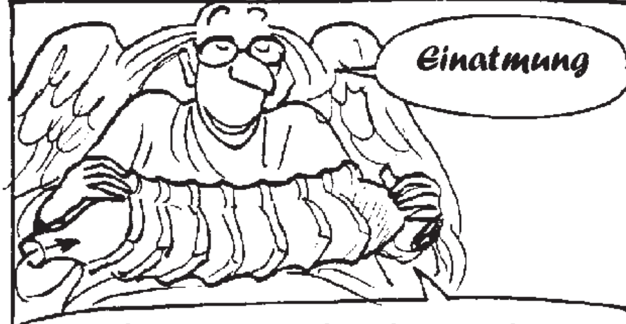

Ich wiederhole die wesentlichen Ergebnisse, die wir Dank des SKELETTS der WIRBELTIERE haben


Wir haben eine Folge von hinreichend harten Segmenten, die durch ZWISCHENWIRBELSCHEIBEN verbunden sind. Diese geben dem Ganzen Gelenkigkeit. Die einzelnen Biegungen summieren sich und man kann eine erhebliche Gesamtbiegung erhalten. Man sieht es beim Aal.


von oben:
Das Ganze wird von einem System von MUSKELN bewegt, die an Knochenfortsätzen befestigt sind, die als APOPHYSEN bezeichnet werden.


Dann haben wir die Dicke der Fischgräten verdoppelt und so einen beweglichen Brustkorb geschaffen, mit dem Luftatmung möglich ist.

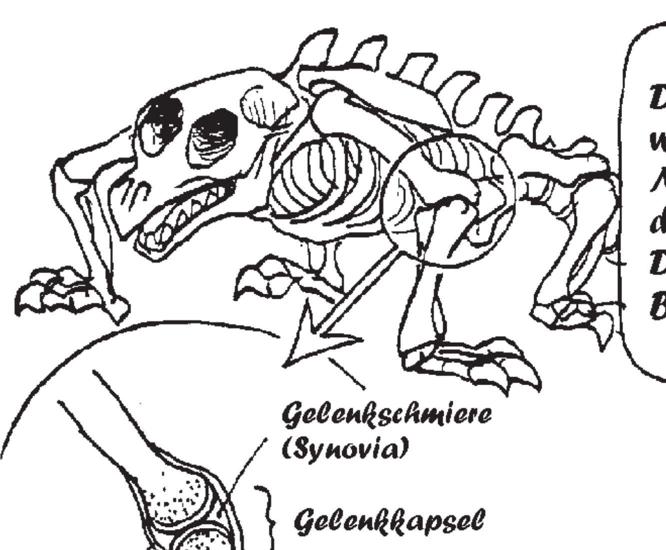






Bleibt das Problem der FORTBEWEGUNG. Hier ist ein recht primitives Modell: der Plesiosaurier

DAS GELENK





Ich erinnere an das Prinzip des Gelenks. Wir haben zwei Knochenpartien, die gegeneinander reiben. Um Abnutzung zu vermeiden, haben wir beide Knochenenden mit Knorpel, einem anderen Zelltyp, überzogen. Das Ganze schwimmt in einer öligen Flüssigkeit, der Gelenkschmiere oder auch SYNOVIA, die an der Innenseite der GELENKKAPSEL abgeschieden wird. Diese Gelenkkapsel dichtet alles ab und bildet mit den SEHNEN eine Einheit. Knorpel wird nicht durchblutet, sondern durch Bewegung versorgt.

Ein echtes Wunder!

KNORPEL, MIT SYNOVIA GESCHMIERT

GELENKKAPSEL

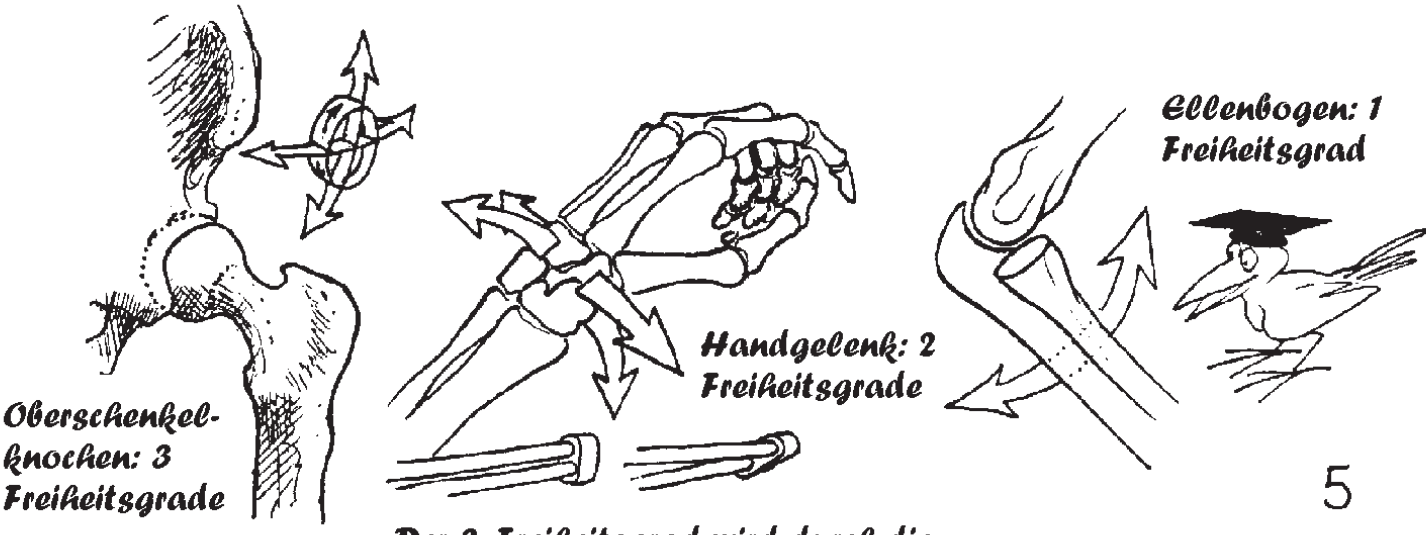
Aber wie funktioniert der Nährstoffaustausch durch Bewegung?

Ganz einfach: wenn das Tier seine Pfoten belastet verteilt sich die Gelenkschmiere ganz einfach durch den Druck auf den Knorpel

Wenn es ruht oder schläft, presst der Knorpel die Feuchtigkeit wieder heraus. Auf diese Weise geschieht der Nährstoffaustausch.



In einigen Fällen nimmt eines der Knochenenden das andere auf. Dies erhöht die Haltbarkeit, schränkt allerdings den Bewegungsspielraum ein (Beispiel: Hüftgelenk). In anderen Fällen ist die Anzahl der Freiheitsgrade eingeschränkt: 2 beim Handgelenk, 1 einziger beim Ellenbogen




Dadurch, dass die Vorderbeine an Schulterblättern befestigt sind, die sehr beweglich sind, ergaben sich einige interessante Entwicklungsmöglichkeiten, wie der Vogel und die Fledermaus.
Und die Zweifüßler, wie weit sind die?
Ich gebe zu, mein Gott, dass die ersten Versuche wenig ermutigend waren. Um den schweren Tyrannosaurus in vollem Galopp im Gleichgewicht zu halten, mussten wir ihm einen schweren Schwanz geben, der ein Drittel des gesamten Körpergewichts ausmachte. Die Bremsleistung war katastrophal und der Idiot wusste nichts mit seinen Händen anzufangen.
Man brauchte riesige Muskeln, um den großen Schwanz zu bewegen
Mist, schon wieder ein Schlüsselbeinbruch
?
Und das Känguru, was hat das ergeben? Das war doch nicht schlecht, das Känguru, oder?
Sagen sie bloß nicht, dass Sie das alte Projekt Känguru weiterentwickelt haben. Ich hatte Beschwerden: die Kleinen sagen, sie würden schrecklich durchgeschüttelt.
Nein, nein, überhaupt nicht. Vergessen wir das das Känguru.



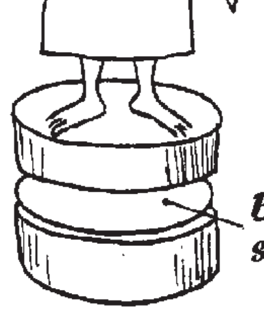
Erinnern wir uns an an die grundlegenden Ideen: der aufrechte Gang ermöglicht eine bessere Fernsicht über das Gras der Savanne. Gleichzeitig werden die vorderen Gliedmaßen frei, wodurch sie in Greiforgane verwandelt werden können: DIE HÄNDE. Wenn das Tier etwas in die Hand nimmt, SIEHT es, was es tut. Wir finden, dies ist ein wesentlicher Punkt. Dadurch wird es insbesondere dazu befähigt, Früchte zu pflücken.

Sie denken ans Pflücken?

Haben Sie an die Konsequenzen gedacht, die durch langfristige aufrechte Haltung entstehen? Ihre Wirbelsäule wird schrecklich arbeiten müssen. Auf Höhe des Beckens werden die LENDENWIRBEL das Gewicht des Oberkörpers, des Kopfes und der zwei Arme tragen müssen.

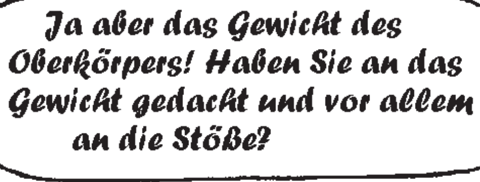
Zwischenwirbelscheiben

Hier ist eine Zwischenwirbelscheibe (Bandscheibe). Stellen Sie sich eine mit Wasser gefüllte Blase vor, die zwischen zwei zylindrischen Platten liegt. Dieses System erlaubt alle möglichen Bewegungen.





Bandscheibe



Beugung

Drehung

Verschiebung



Ja aber das Gewicht des Oberkörpers! Haben Sie an das Gewicht gedacht und vor allem an die Stöße?

Kommt gleich.



(*) Bei einem Mann von 80 kg wiegt der Kopf 3 kg, die Oberarme 14 kg und der Oberkörper 30 kg. Macht insgesamt 47 kg.



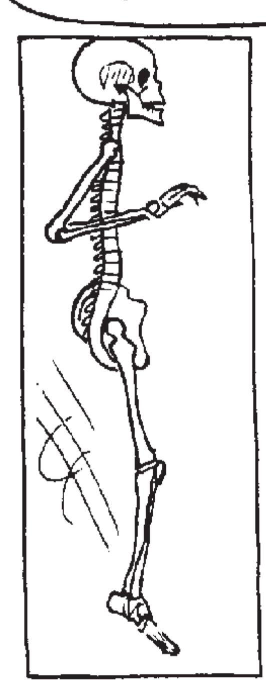
Känguru und Tyrannosaurus hatten zu kurze und zu leichte Arme. Deshalb brauchten sie kräftige Schwänze, um das Gleichgewicht beim Gehen und Rennen halten zu können (*). Hier haben wir die Arme verlängert und Gewicht hinzugefügt. Sie übernehmen so das Balancieren.

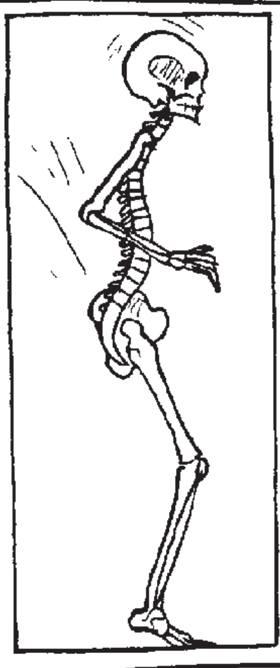


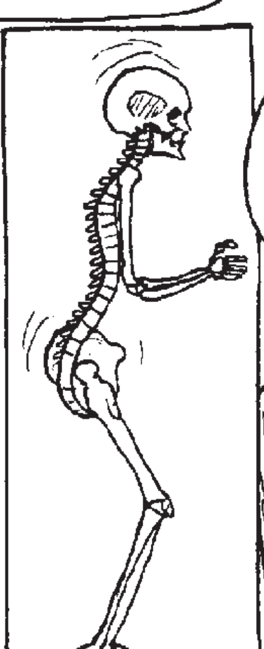
Kurz gefasst dienen die Arme also als Schwanz?!?

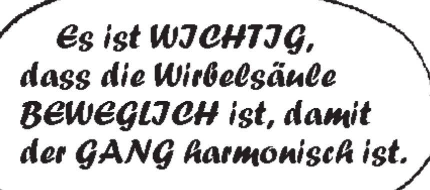
Aber jeder Schritt muss doch ein brutaler Stoß für diese Wirbelsäule sein. Nach einigen Kilometern ist Ihr Tier reif für den Schrottplatz







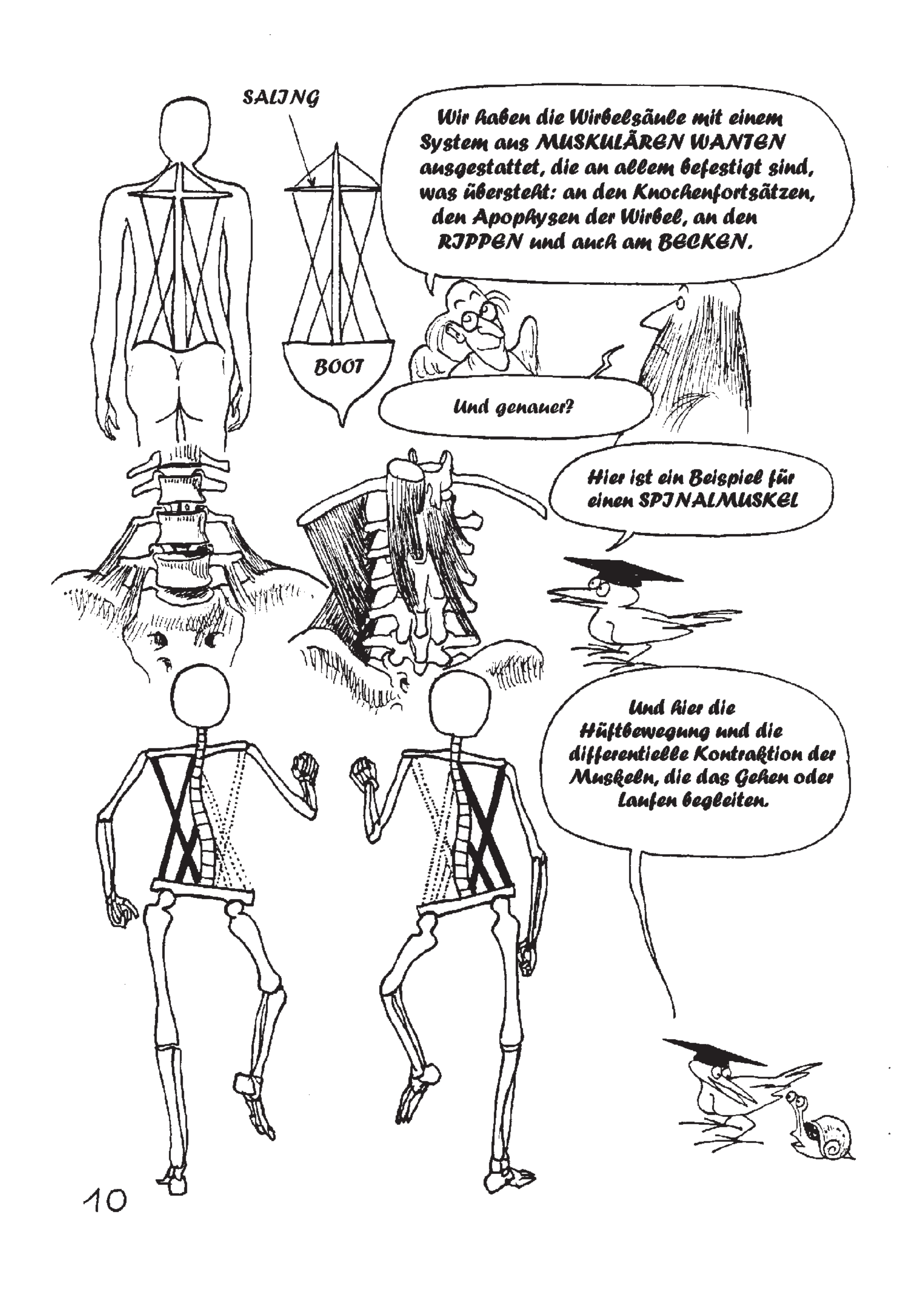




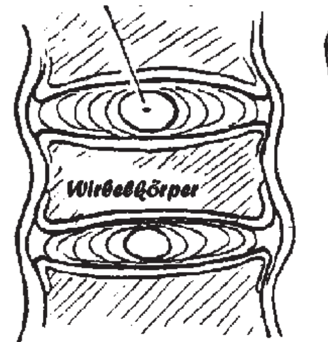


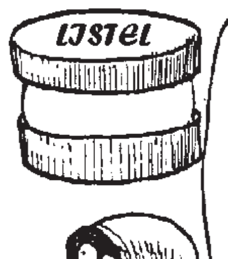
(*) So wie es heute noch die Margouillat-Renneidechse macht, die in Afrika lebt.



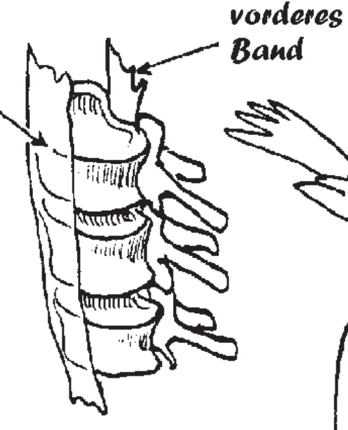

SAIING
BOOT
Wir haben die Wirbelsäule mit einem System aus MUSKULÄREN WANTEN ausgestattet, die an allem befestigt sind, was übersteht: an den Knochenfortsätzen, den Apophysen der Wirbel, an den RIPPEN und auch am BECKEN.
Und genauer?
Hier ist ein Beispiel für einen SPINALMUSKEL
Und hier die Hüftbewegung und die differentielle Kontraktion der Muskeln, die das Gehen oder Laufen begleiten.

"nucleus pulposus"





Jede Zwischenwirbelscheibe ist ein Gelenk. Die Wirbelkörper sind von Knorpel überzogen, dem LISTEL. Es gibt zudem eine ölige Flüssigkeit, die SYNOVIA, und eine faserige Kapsel, die eine Einheit mit den zwei großen Bändern bildet, die an der vorderen und der hinteren Oberfläche der Wirbelsäule entlanglaufen.





Wenn der Mensch liegt oder sich in Schwerelosigkeit befindet (Schwimmbad oder Weltall), wird der Nukleus kugelförmig. Er besteht zu 98 % aus Wasser, ist halbflüssig und ähnelt dem Kristallin im Auge. Er ist in eine Folge von faserigen Kapseln eingeschlossen, die an Zwiebelschalen erinnern. Diese Kapseln sind aus umeinander geschlungenen Fasern gewebt, und sperren den Nukleus mit ihren sehr haltbaren, faserigen Netzen ein.

Gut, kurz gefasst ähnelt das einer ölhydraulischen Luftfederung. Aber wie versorgen Sie die Zwischenwirbelscheiben mit Nährstoffen?

Ebenfalls mit Hilfe der VERSORGUNG DURCH BEWEGUNG. Bei Tage wandert übermäßige Flüssigkeit in den Wirbelkörper. In der Nacht rehydriert sich die Scheibe erneut und ihr Kern wird mit Proteinen usw. versorgt.

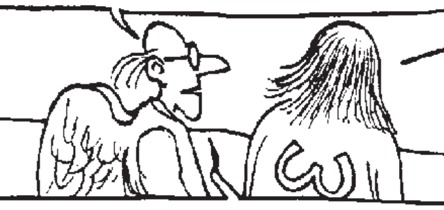
Sie verstehen, es war unmöglich, empfindliche Gefäße in elastischen Elementen unterzubringen, die derart großen Belastungen ausgesetzt sind.

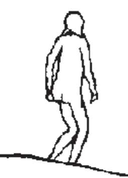


Das verdammt ihn dazu, sich laufend zu bewegen!

Ja, also der Mensch ist nicht dafür gebaut, sesshaft zu werden. Wenn er sich zu wenig bewegt, werden seine Knorpel, die Zwischenwirbelscheiben, zu trocken und degenerieren.

Ich nehme an, dass dieses Tier intelligent genug ist, um das zu verstehen.





Wir haben ihn mit einem entsprechenden Gehirn ausgestattet.

Das scheint mir trotzdem zuviel Herumgebastel zu sein. Diese Wirbelsäule im Zickzack, die auf dem HEILIGENKREUZBEIN aufliegt und im Mittel um 30 bis 45° geneigt ist, und Sie glauben, das kann halten?

Es handelt sich um eine DYNAMISCHE Erfindung, alles ist eine Frage des Gleichgewichts zwischen den Kräften und den Spannungen an den Bändern.

HALS-WIRBEL

RÜCK-GRAT

LENDEN-WIRBEL

KREUZ-BEIN

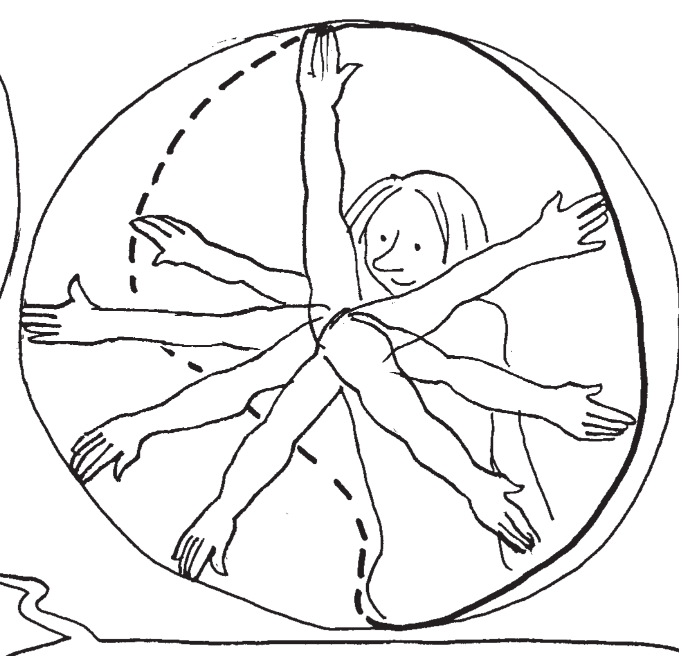
BECKEN

Erinnern Sie sich, am Anfang haben wir superstabile Maschinen gebaut, die hypersteif waren und schlecht liefen. Und was die Fähigkeiten anging, einfach unmöglich!

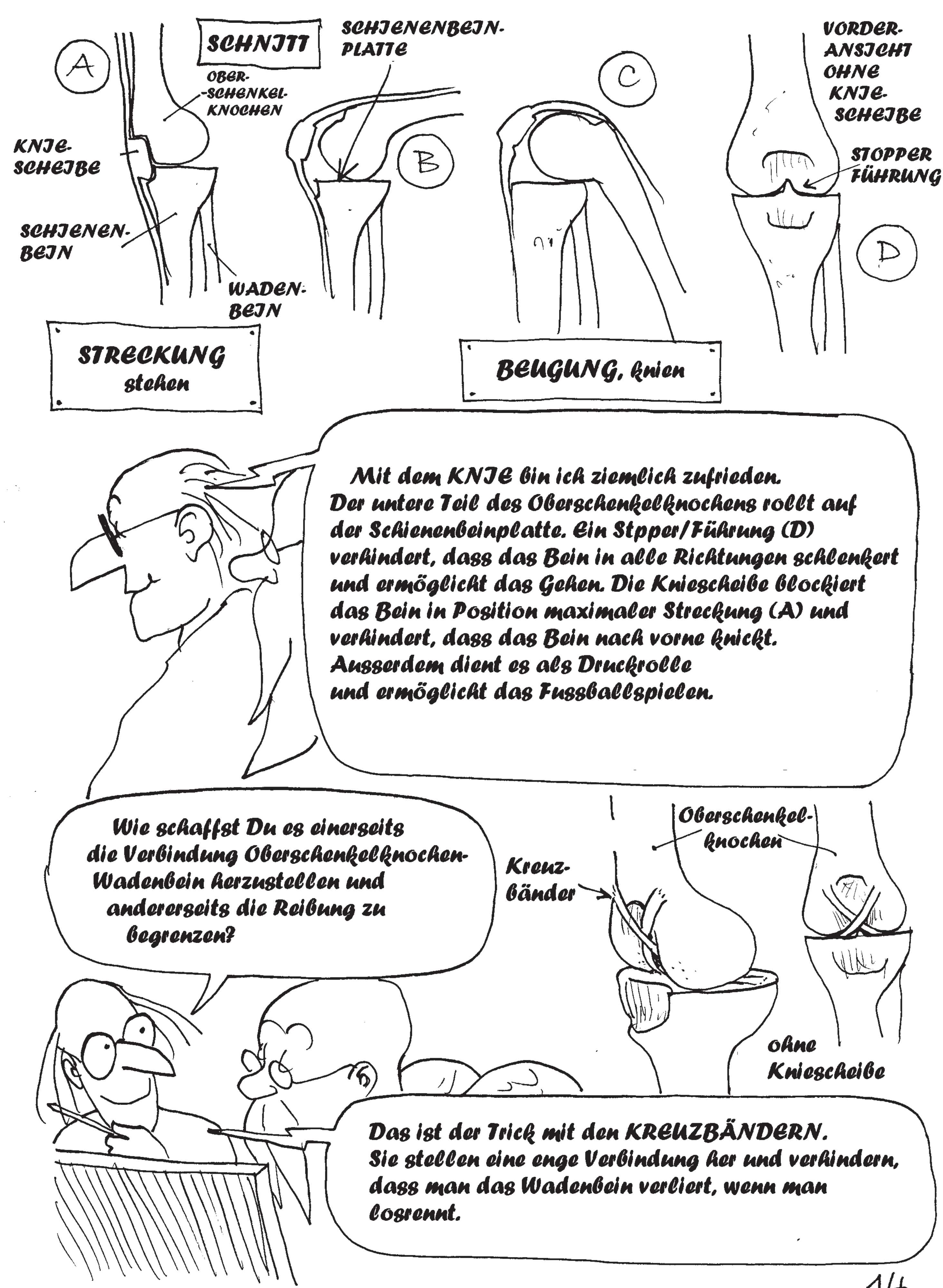
Man muss mit der Zeit gehen, mein Gott!

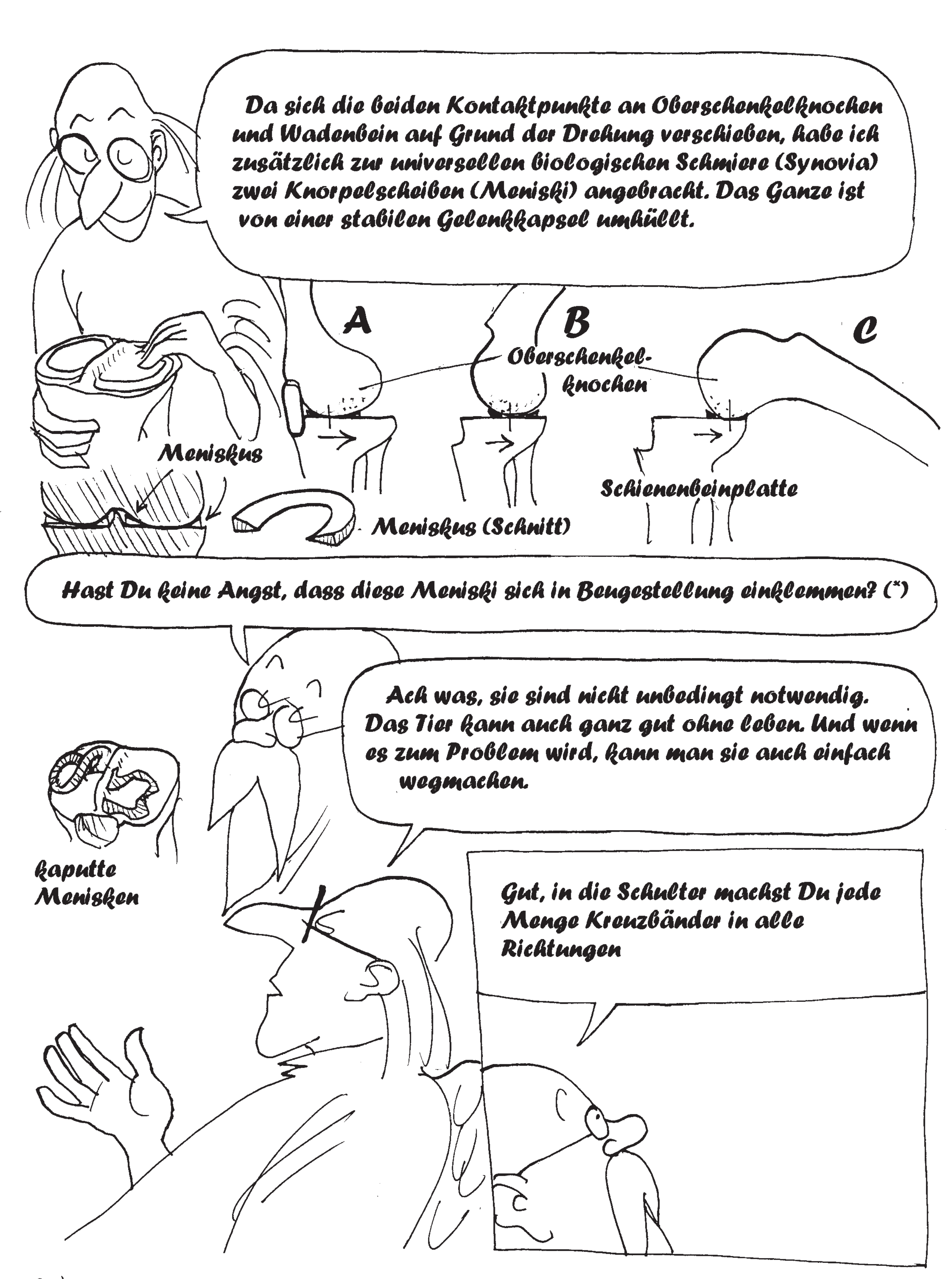
DIE SCHULTER



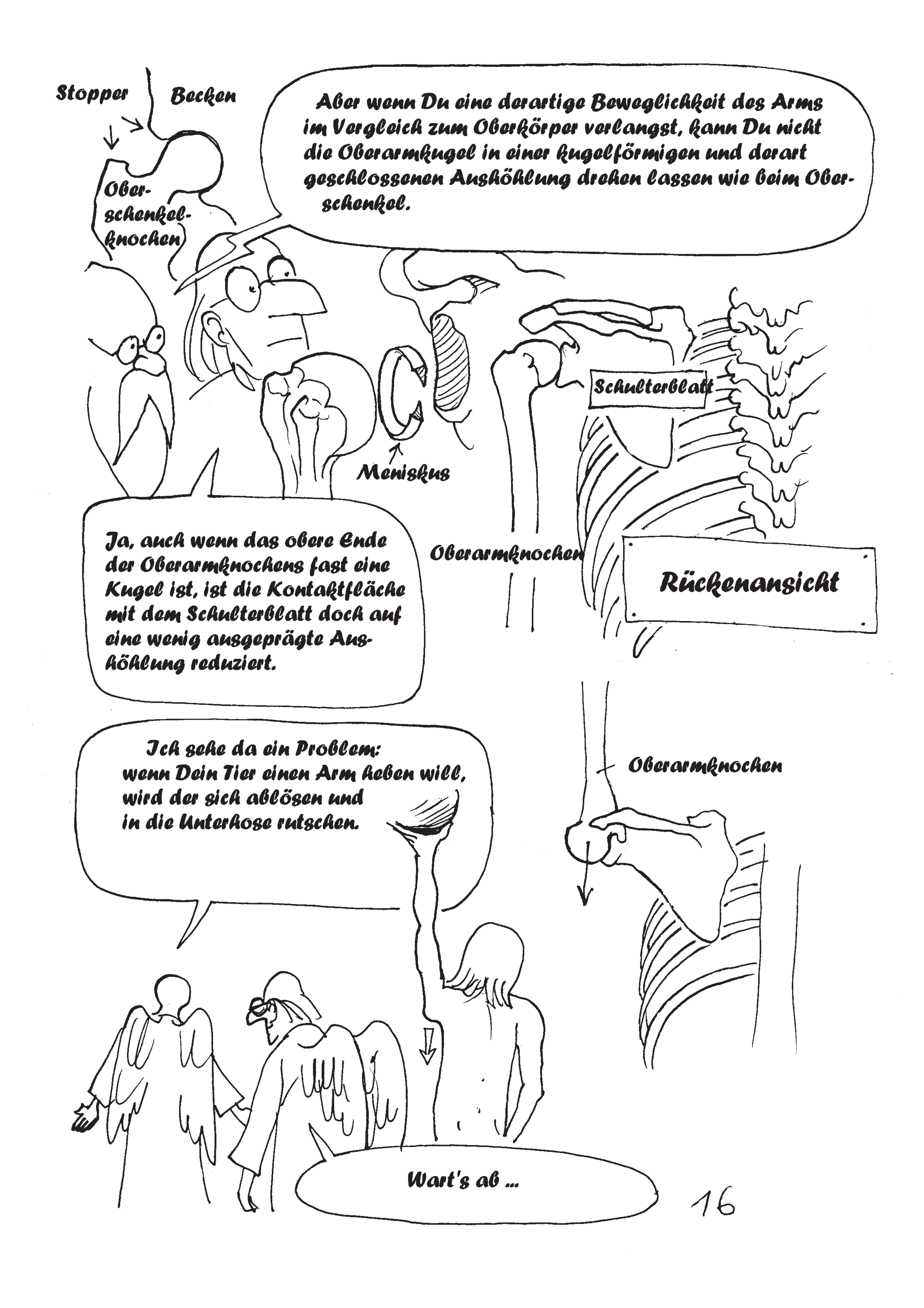


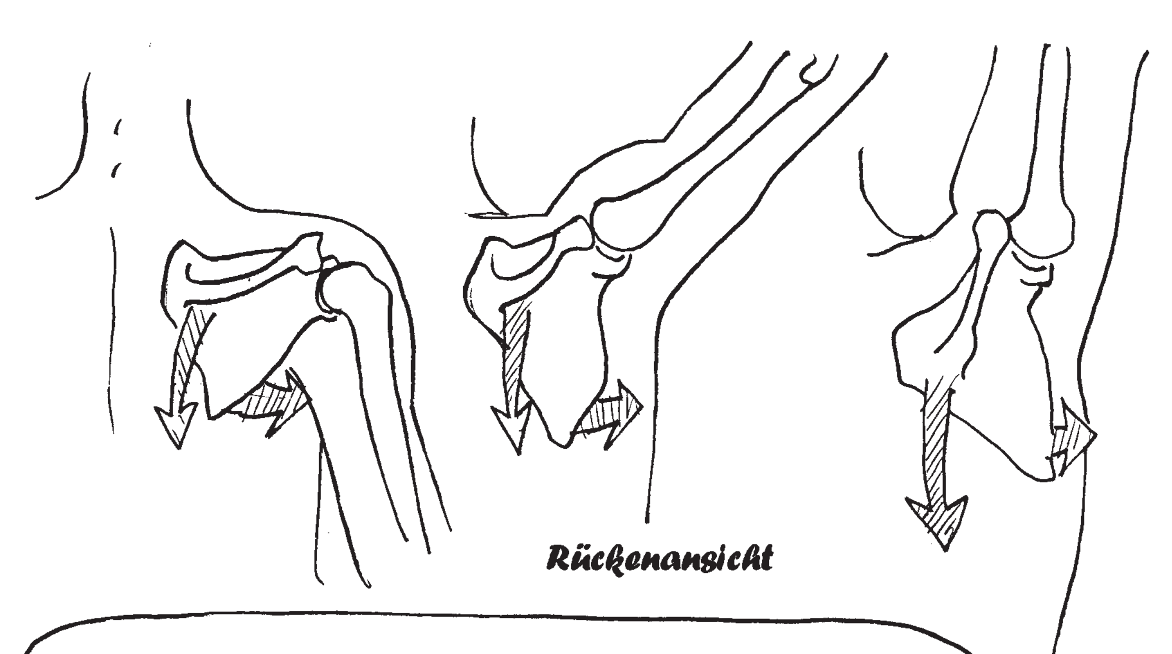



SCHNITT
OBER-
-SCHENKEL-
KNOCHEN
SCHJENENBEJN-
PLATTE
VORDER-
ANSICHT
OHNE
KNJE-
SCHEJBE
A
KNJE-
SCHEJBE
SCHJENEN-
BEJN
WADEN-
BEJN
B
C
STOPPER
FÜHRUNG
D
STRECKUNG
stehen
BEUGUNG, knien
Mit dem KNJE bin ich ziemlich zufrieden. Der untere Teil des Oberschenkelknochens rollt auf der Schienenbeinplatte. Ein Stpper/Führung (D) verhindert, dass das Bein in alle Richtungen schlenkert und ermöglicht das Gehen. Die Kniescheibe blockiert das Bein in Position maximaler Streckung (A) und verhindert, dass das Bein nach vorne knickt. Ausserdem dient es als Druckrolle und ermöglicht das Fussballspielen.
Wie schaffst Du es einerseits die Verbindung Oberschenkelknochen-Wadenbein herzustellen und andererseits die Reibung zu begrenzen?
Kreuz-
bänder
Oberschenkel-
knochen
ohne
Kniescheibe
Das ist der Trick mit den KREUZBÄNDERN. Sie stellen eine enge Verbindung her und verhindern, dass man das Wadenbein verliert, wenn man losrennt.



(*) Krankheit der Fliesenleger, die zuviel Zeit auf den Knien verbringen


Stopper
Becken
Oberschenkelknochen
Aber wenn Du eine derartige Beweglichkeit des Arms im Vergleich zum Oberkörper verlangst, kann Du nicht die Oberarmkugel in einer kugelförmigen und derart geschlossenen Aushöhlung drehen lassen wie beim Oberschenkel.
Meniskus
Schulterblatt
Ja, auch wenn das obere Ende der Oberarmknochens fast eine Kugel ist, ist die Kontaktfläche mit dem Schulterblatt doch auf eine wenig ausgeprägte Aushöhlung reduziert.
Oberarmknochen
Rückenansicht
Ich sehe da ein Problem: wenn Dein Tier einen Arm heben will, wird der sich ablösen und in die Unterhose rutschen.
Oberarmknochen
Wart's ab ...


Rückenansicht
Das Schulterblatt wird von einem komplexen Muskelsystem bewegt und wird sich drehen. Auf diese Weise kann seine Kontaktfläche mit dem Oberarmknochen immer die Kräfte aufnehmen.
Seine Muskeln bilden Schichten, die übereinander gleiten.


Der grosse SÄGE-MUSKEL ist an den Rippen befestigt und läuft am Schulterblatt entlang nach unten

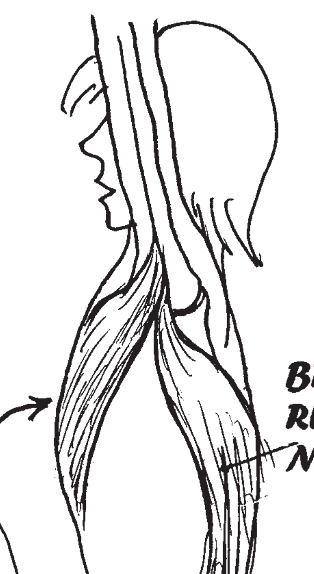


Serratus cervicis


Rautenmuskeln

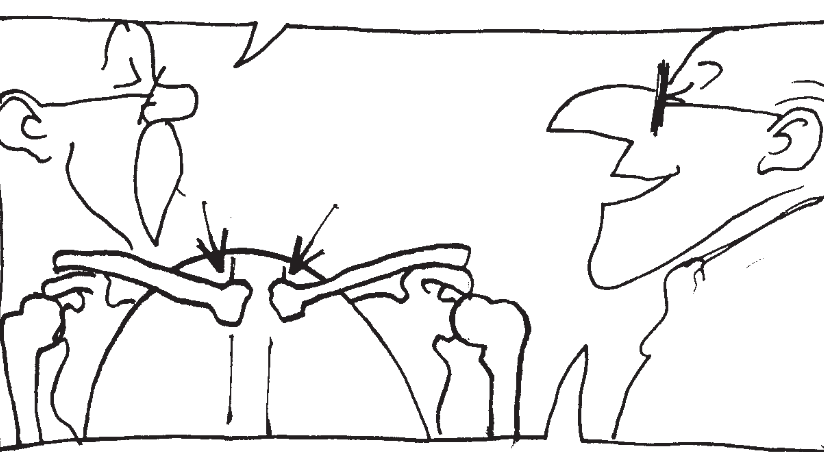

Breiter Rückenmuskel
Die Rautenmuskeln und Serratus cervicis des Schulterblatts sorgen dafür, dass es angehoben wird. Der BREITE RÜCKENMUSKEL ermöglicht das Klettern auf Bäume.

Die Elefanten und die Pferde sind auf dem Gebiet schlecht ausgestattet (Beweglichkeit, Muskeln). Deshalb klettern sich auch nicht auf Bäume.



Er wird vom GROSSEN BRUSTMUSKEL unterstützt

Zusammengefasst wird Dein Schulterblatt der schwebende Knochen des Tiers, der nur durch Muskeln gehalten wird.



Nein, es gibt einen Fixpunkt: die Verbindung Schlüsselbein-Brustbein. Das ist der Einzige.

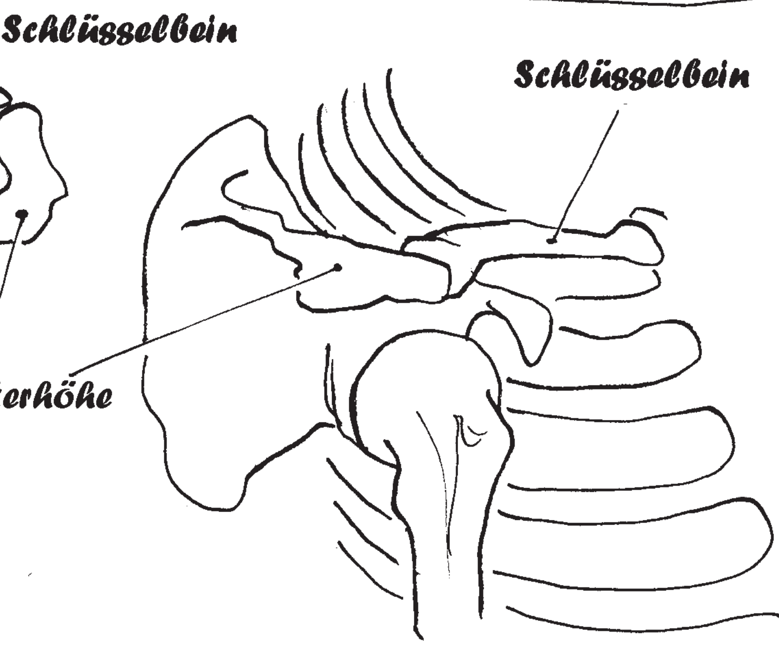
Das Schulterblatt umschließt den Brustkorb

Schlüsselbein

Brustbein

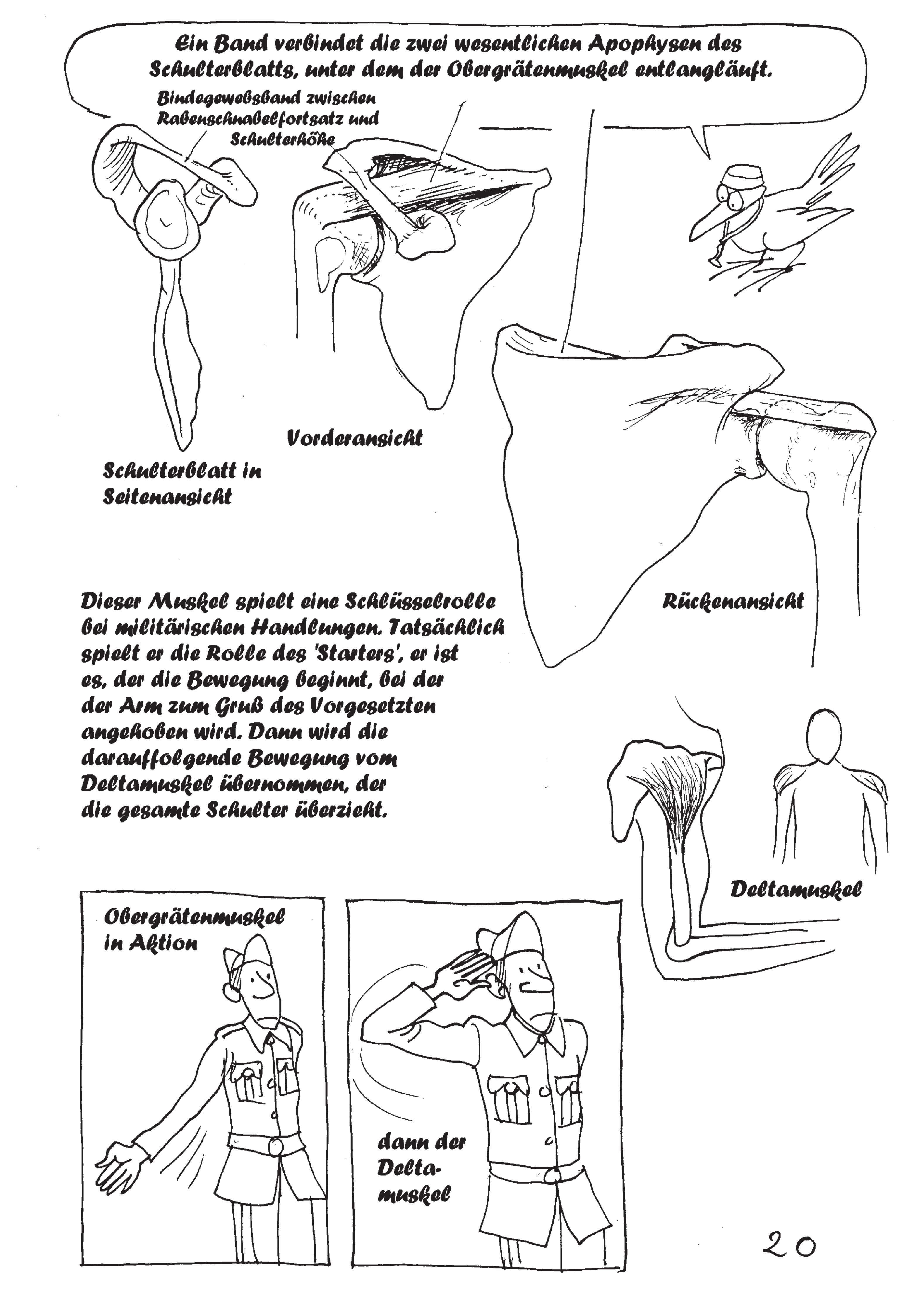
Wirbel

Schulterhöhe



Sie haben eine Menge knöchrige Höcker, die nur dann verständlich werden wenn man versteht, dass sie zum Anknüpfen der Muskeln da sind.


Der Processus coracoideus dient als Ansatzpunkt für den "kurzen Bizeps"
langer Bizeps
kurzer Bizeps
und auch für den "Korakobrachial", ohne den man sich nach dem Schlafen nicht strecken könnte
Das Schlüsselbein wurde an einen Fortsatz (Apophyse) fixiert.
Schlüsselbein


Ein Band verbindet die zwei wesentlichen Apophysen des Schulterblatts, unter dem der Obergrätenmuskel entlangläuft.
Bindegewebsband zwischen Rabenschnabelfortsatz und Schulterhöhe
Vorderansicht
Schulterblatt in Seitenansicht
Rückenansicht
Dieser Muskel spielt eine Schlüsselrolle bei militärischen Handlungen. Tatsächlich spielt er die Rolle des 'Starters', er ist es, der die Bewegung beginnt, bei der der Arm zum Gruß des Vorgesetzten angehoben wird. Dann wird die darauffolgende Bewegung vom Deltamuskel übernommen, der die gesamte Schulter überzieht.
Deltamuskel
Obergrätenmuskel in Aktion
dann der Deltamuskel

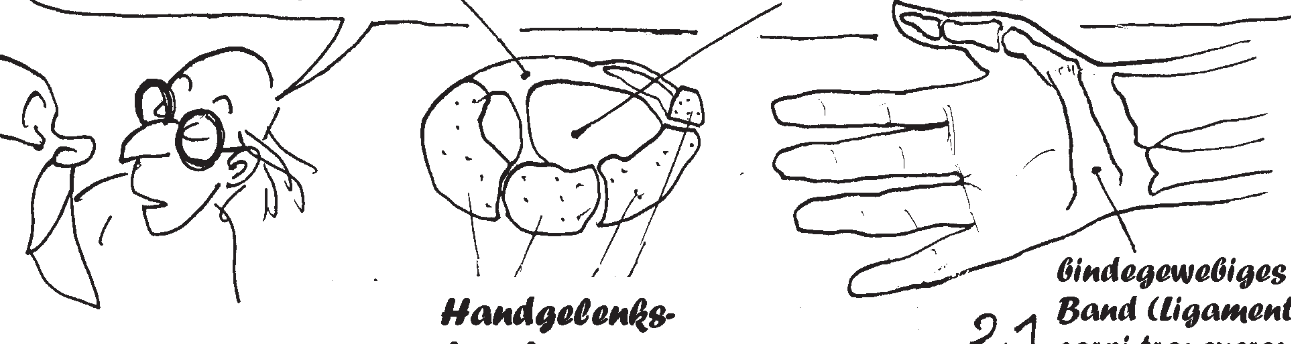
DAS HANDGELENK

Die Arme sind nur nur zum Ausbalancieren beim Gehen gedacht. Wenn es steht kann das Tier sie dafür benutzen, Ojekte zu greifen oder zu bearbeiten.

Drehung des Unterarms

Die Kontaktflächen im Daumengelenk haben Sattelform, damit die Daumen den übrigen Fingern gegenübergestellt werden können.

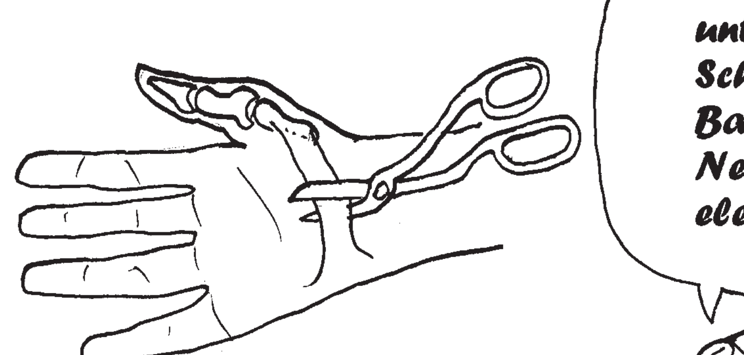
Ich gebe zu, dass ich mich ziemlich lange herumgeplagt habe, ehe mir einfiel wo ich die Nerven, die Blutgefäße, das gesamte Kontollsystem der HAND entlanglegen konnte. Die Lösung: die gesamten Knochen des Handgelenks zu einer Art Rinne zusammenlegen, die durch ein bindegewebiges Band (das Retinaculum flexorium oder auch Ligamentum carpi transversum) geschlossen wird und den Karpaltunnel begrenzt.



Bei einigen Leuten bildet dieses Band mit dem Alter eine Art Uhrarmband, das die Tendenz hat, sich zusammen zu ziehen.



Die Nerven werden eingeklemmt und können mit der Zeit beschädigt werden, wenn man nicht rechtzeitig operiert. Die Symptome: Da das Blut schlecht zirkuliert, hat die Person ein Gefühl von 'tausend Stecknadeln'. Beim Aufwachen sind ihre Hände rot und geschwollen.

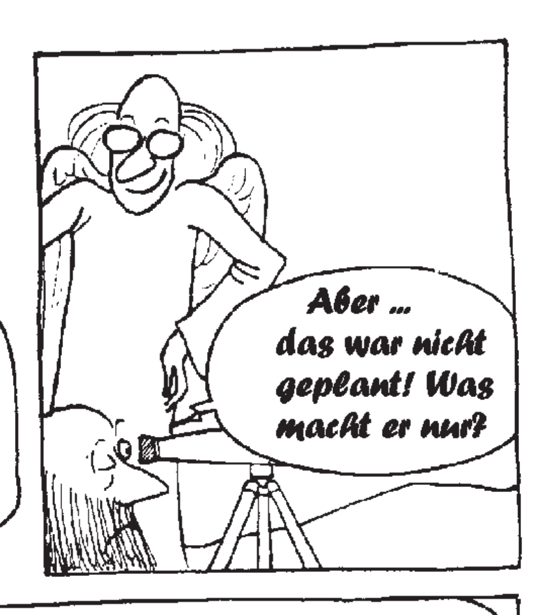


Die Lösung: man macht unter lokaler Betäubung einen Schnitt und schneidet einfach das Band durch. Die Entspannung der Nerven gibt das Gefühl eines elektrischen Stromschlags.

Aber diese OPERATION des KARPALTUNNEL-SYNDROMS ist harmlos und die Hand hat einige Monate später wieder seine ursprüngliche Funktionalität zu 100 Prozent.

DER MENSCH





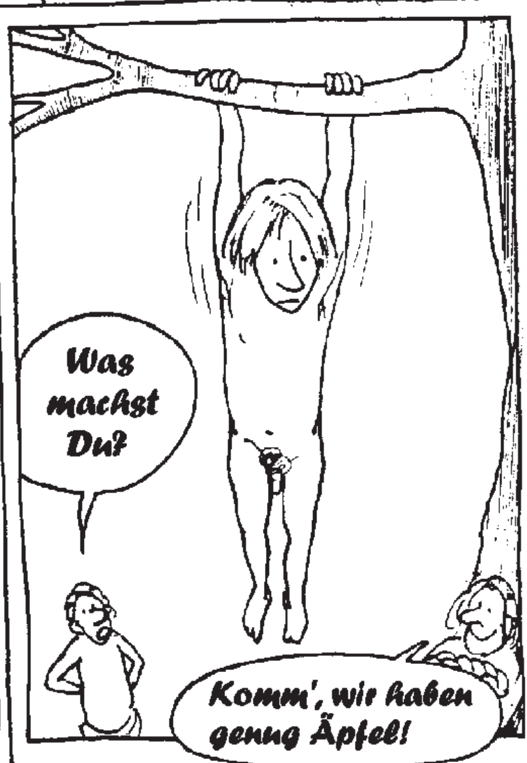
Wieviele sind da übereinander?

Ich zähle vier

Aber das ist schreck-lich

Na, na, der Wirbel-körper ist solide. Er kann 500 kg vertragen. Und der Kern ist für Drücke bis zu 1400 kg berechnet.





DIE VERSTAUCHUNG



OBER-
SCHENKEL

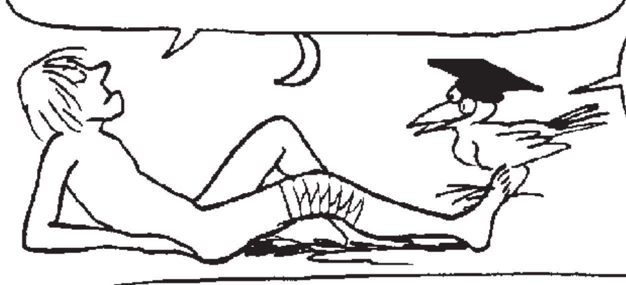
SCHIENEN-
BEIN

Die Schwellung (Ödem) rührt von einer Flüssigkeitsansammlung in der Gelenkkapsel her. Das ist ein Schutzmechanismus, der versucht, die Bewegung des Gelenks einzuschränken. Das Herbeiströmen von Blut zeigt sich als Rötung und Erwärmung, die ebenfalls durch spezielle chemische Reaktionen bewirkt werden.



2 bis 3 Wochen Ruhe

Wieso tut es nachts mehr weh?



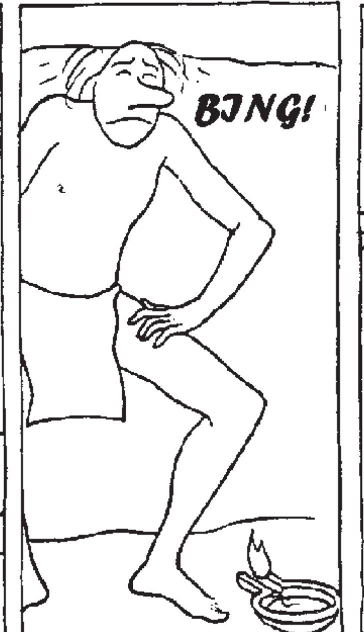
Weil der Körper natürliche Entzündungshemmer ausscheidet, deren Produktion minimal ist, wenn das Gelenk ruht.



Aber man kann auch auf ein entzündungshemmendes Medikament zurückgreifen.


Könnte das nicht ein ERGUSS von GELENKSCHMIERE sein?
Sie wissen doch genau, dass die Gelenkschmiere (SYNOVIA) in einer GELENKKAPSEL ist, die völlig geschlossen ist. Für einen Erguss muss die Kapsel gerissen sein, was bei einer einfachen Verstauchung nicht der Fall ist.
Der Zufluss von Feuchtigkeit und Lymphe in die Gelenkkapsel ist für die Schwellung verantwortlich, aber ein Erguss von Gelenkschmiere ist ein Mythos, weiter nichts.
Aber ist dachte, dass ...



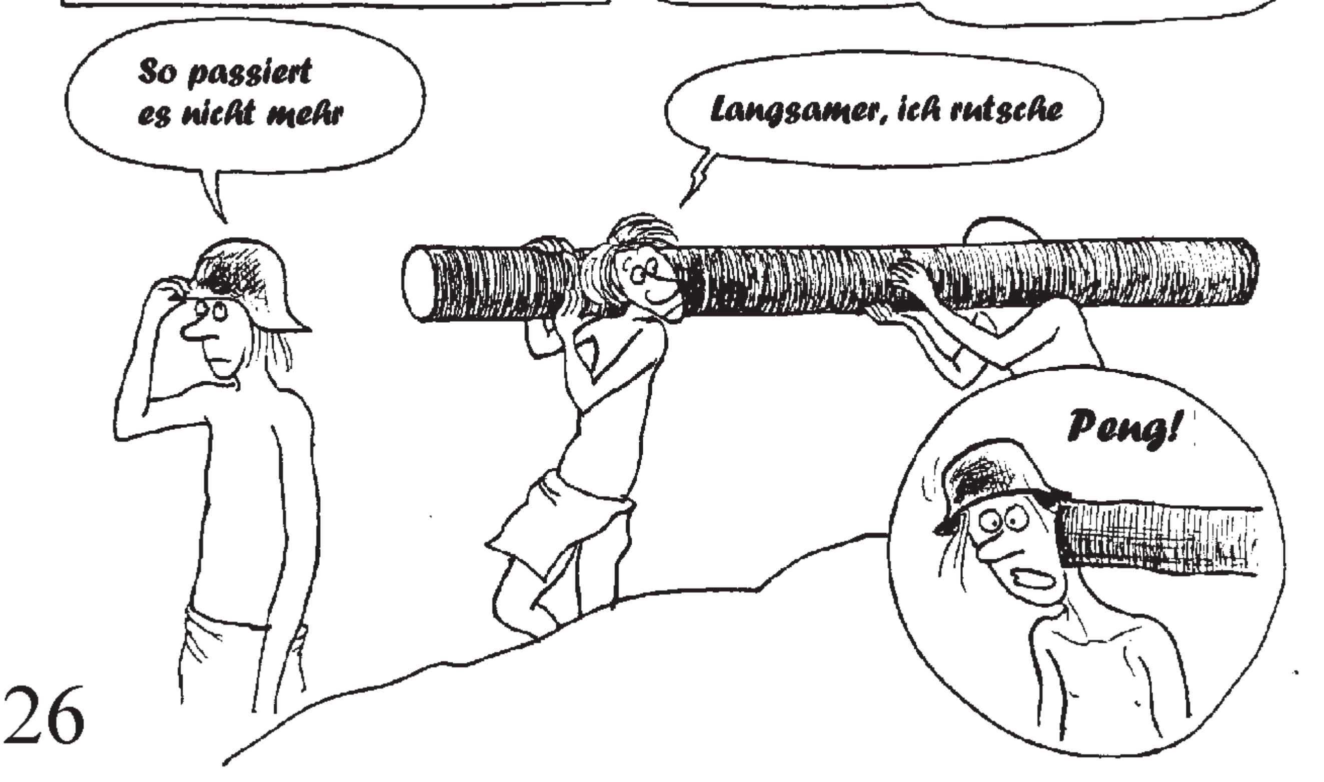




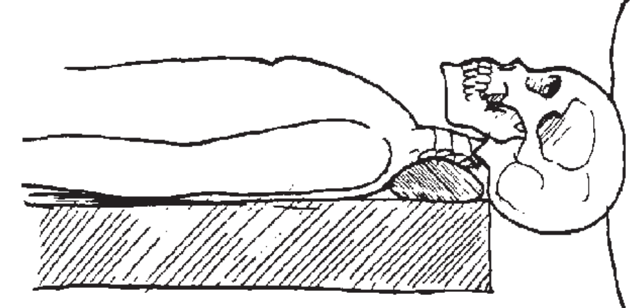
Das ist normal: das Ödem, die Schwellung, die Rötung, die Blutansammlung sind das Notverhalten des Organismus. Dies legt das Gelenk still. Das bringt 'Arbeiter' zur Beule, die die 'Schäden reparieren'. Wenn ein Insektenstich oder ein Fremdkörper da wäre, gäbe es ausserdem eine Immunreaktion.

Die Direktion

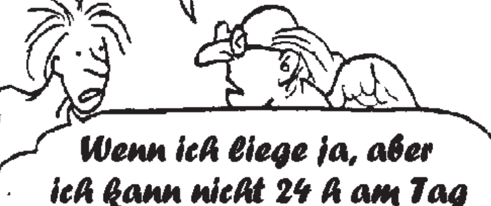





Schon wieder! Aber hatten Sie keinen Helm?
Diesmal wurde ich von einm Baumstamm getroffen.
Seitdem bin ich schief und habe Schmerzen. Wahrscheinlich ist ein Wirbel verschoben.
Sie haben nichts gebrochen, es ist auch nichts verschoben. Sonst wären Sie nicht in der Lage, die Arme oder Beine zu bewegen.
Nehmen Sie Aspirin und tun mehrere Tage lang nichts.
Nichts tun, das ist leicht gesagt.
Stimmt, da der Kopf nicht zentral aufliegt, sind die hinteren Muskeln ständig angespannt.



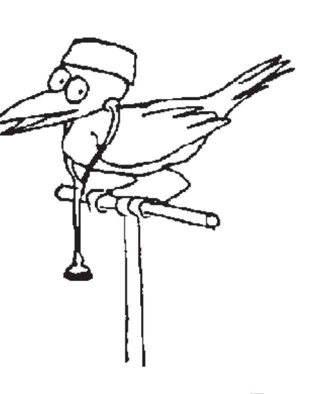








Im Falle einer HALSWIRBELVERRENKUNG kann man die Halswirbelsäule mit einer MANSCHETTE ruhig stellen, um Bewegung und Anspannung zu verhindern. Allerdings muss sofort wenn der Schmerz aufhört mit Krankengymnastik begonnen werden, um einen Muskelschwund zu vermeiden. Dies geht im Falle einer Ruhigstellung SEHR SCHNELL: Nach 2 Wochen derartiger Arbeitslosigkeit können die Muskeln den Kopf praktisch nicht mehr gerade halten.



Geheilt fängt der Mensch wieder an, Äpfel zu pflücken.



Oh nein, keine Äpfel mehr! Da bleiben mir nur noch die Riesenkürbisse.





DER AKUTE HEXENSCHUSS



Meister, ich glaube wir haben ein neues Problem mit dem Prototyp.





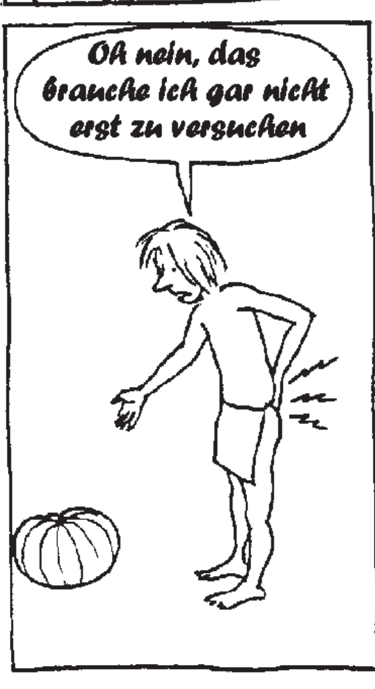


Er muss sich ein Band ausgeleiert haben. Daher der klassische Kreislauf: Ödem, Schmerzen, Verspannungen usw. Er braucht nur eine Weile Ruhe und das legt sich wieder.



Das Medikament wird das Ödem resorbieren. Der Druck in der Gelenkkapsel wird sinken und die Schmerzen werden verschwinden.








Ich muss unbedingt eine Lösung finden.
HIER WERDEN DIE ENERGIEN INS GLEICH-GEWICHT GEBRACHT
WUNDER-HEILUNGEN durch MAGNETISMUS
LERNEN SIE IHRE FÜSSE BEHERRSCHEN
Haben Sie an Ihre Aura gedacht?
Sie müssen Ihr Bett nach Westen ausrichten
Sie sind verrückt, Sie wollen ihn töten.
CHIROPRAXI
Manipulation der Wirbel
Guten Tag
Wenn Sie WOLLEN, kann ich ver-suchen, Sie zu MANIPULIEREN, MAN WEISS JA NIE, VIEL-LEICHT erleichtert es den Schmerz
Sie werden ein Knacken hören, das entspricht ganz einfach dem EINRENKEN des Gelenks
KNACK!


Entspannen Sie sich
Sie werden einfach ein Knacken hören
KNACK!
Es hat geknackt
Aber nein, Idiot, das war ich. Hilf mir!
Ich muss mir was verschoben haben
CHIROPRA
MANIPULA
DER WIRBE
Das dauert schon wochenlang
Die Nachbarin meint, das könnte psychosomatisch sein
psycho-was?
Erzählen Sie von Ihrer Mutter...
Herein
Aber ja, Dank 10-jähriger Psychoanalyse kann ich jetzt auf eine Trittleiter steigen. Vorher wurde mir schwindelig.



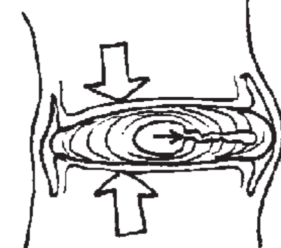
(*) Methode nach Dr. BINTO, Psychoanalytiker in Aix en Provence

CHRONISCHE LENDENWIRBEL-BESCHWERDEN

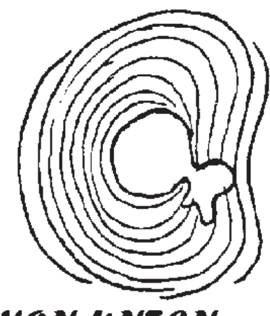


(*) von SPONDYLOS, Wirbel und SCOPEIN, sehen

SEITENANSICHT



Im Prinzip verhindert der bindegewebige Faserring, der den Gallertkern umgibt, dessen Verschiebung. Er besteht aus konzentrischen Netzen mit sehr engen Maschen. Jedoch können heftige Anstrengungen zum irreversiblen Zerreißen des Faserrings führen, und der flüssige Gallertkern kann durch die Ritzen entweichen.





Die Rissbildung kann bei wiederholter Überlastung fortschreitend verlaufen. Schmerzen treten nur auf, wenn der Kern auf das hintere Längsband drückt, das viele Nerven hat.

VON UNTEN

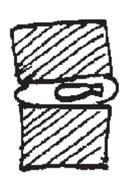
SCHMERZSTILLENDES VERHALTEN

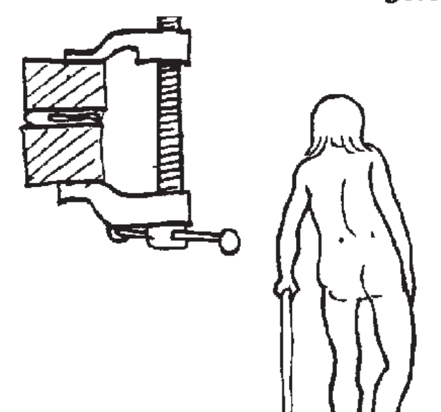
Wenn die Gallertkerne (Nucleus pulposus) an ihren normal üblichen Plätzen sitzen, ist der Oberkörper leicht überhängend (d. h. befindet sich nicht zentral auf der Achse der Wirbelsäule). Der aufrechte Stand wird nur zum Preis einer leichten Anspannung der hinteren Lendenmuskeln erreicht. Bei einer Verletzung und Verschiebung eines Kerns (wie hier am Übergang Lendenwirbel-Kreuzbein) wird dieser Überhang noch verstärkt und das aufrechte Stehen wird nur durch eine sehr starke Anspannung der entsprechenden Muskeln erreicht.

Da das Auslaufen der Gallerte aus dem Nukleus nie axial stattfindet, ergibt sich ebenfalls eine Anspannung der lateralen Muskeln, den "Verstrebungen bzw. Wanten".



Diese Anspannung der Muskeln ist ein Reflex, ein schmerzstillendes Prinzip

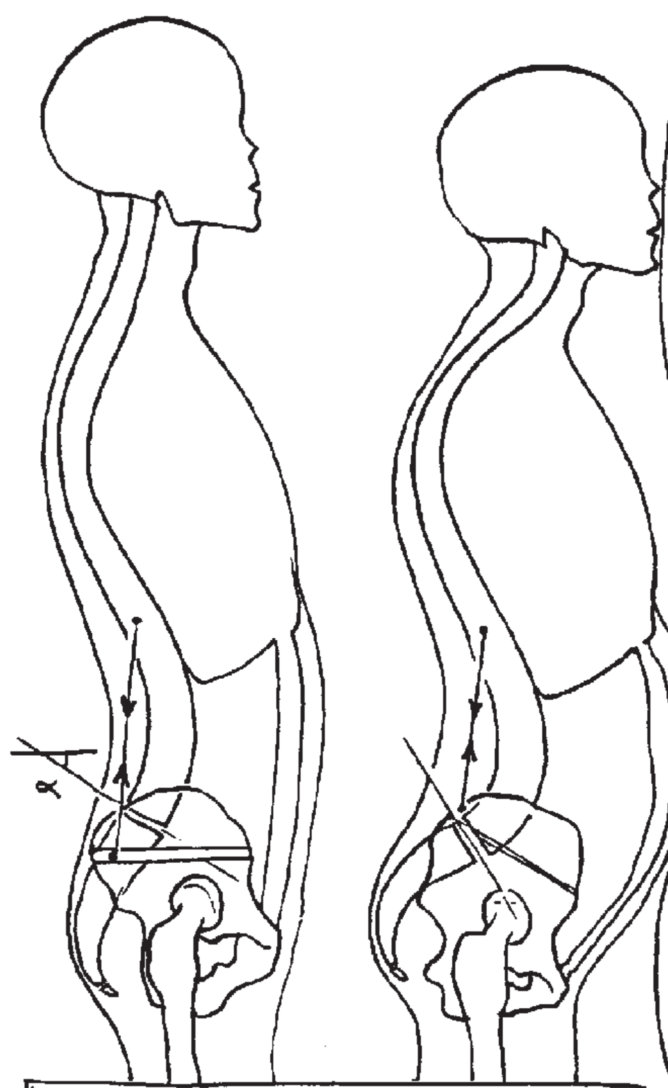




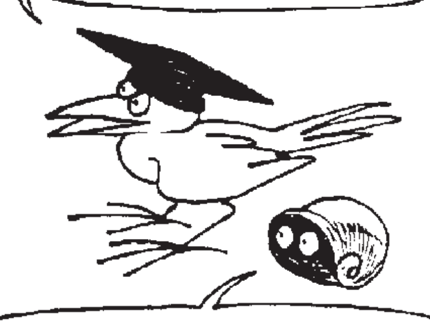
Wieso hat er eine solche Haltung?

um Schmerzen zu verhindern

LENDENLORDOSE

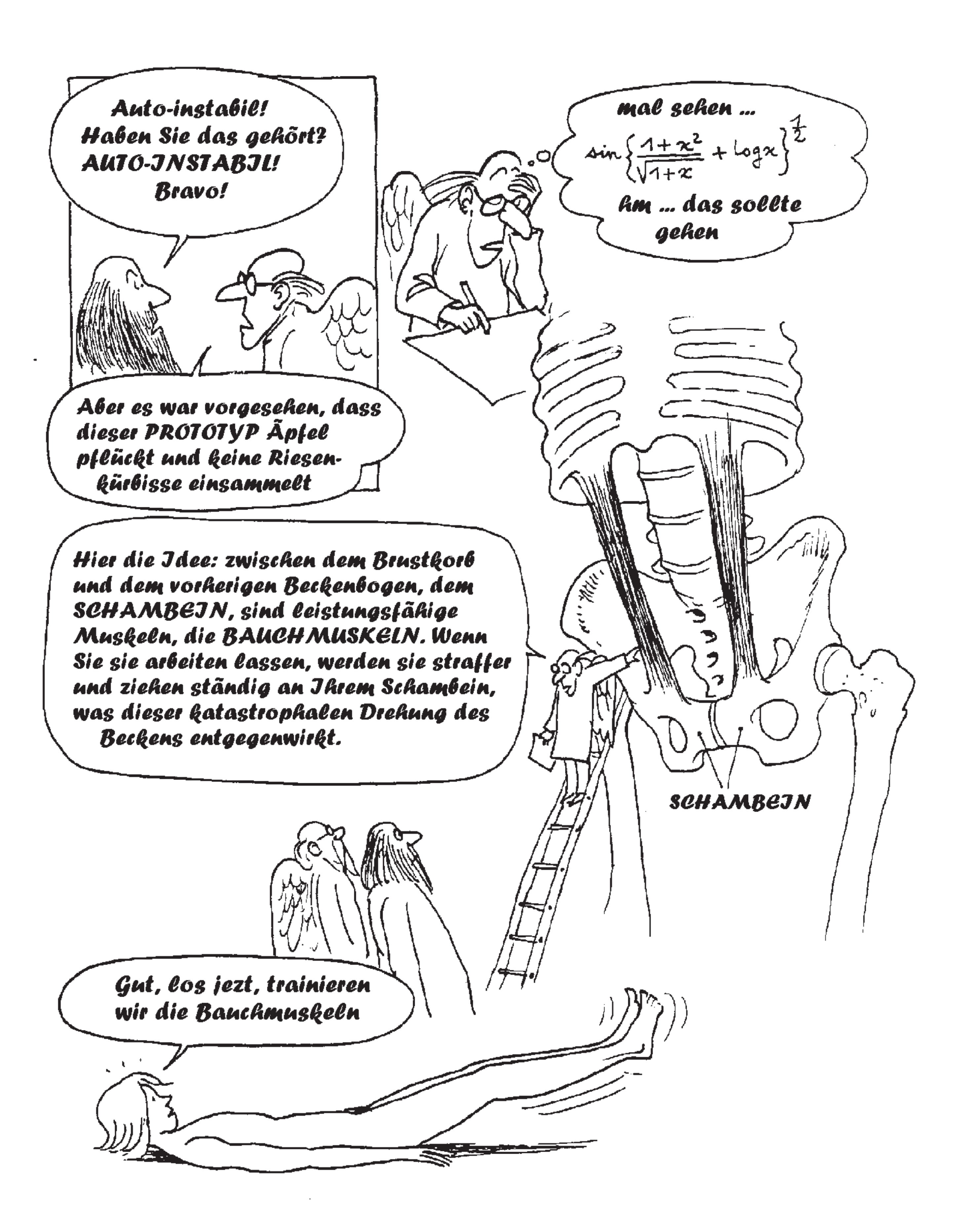


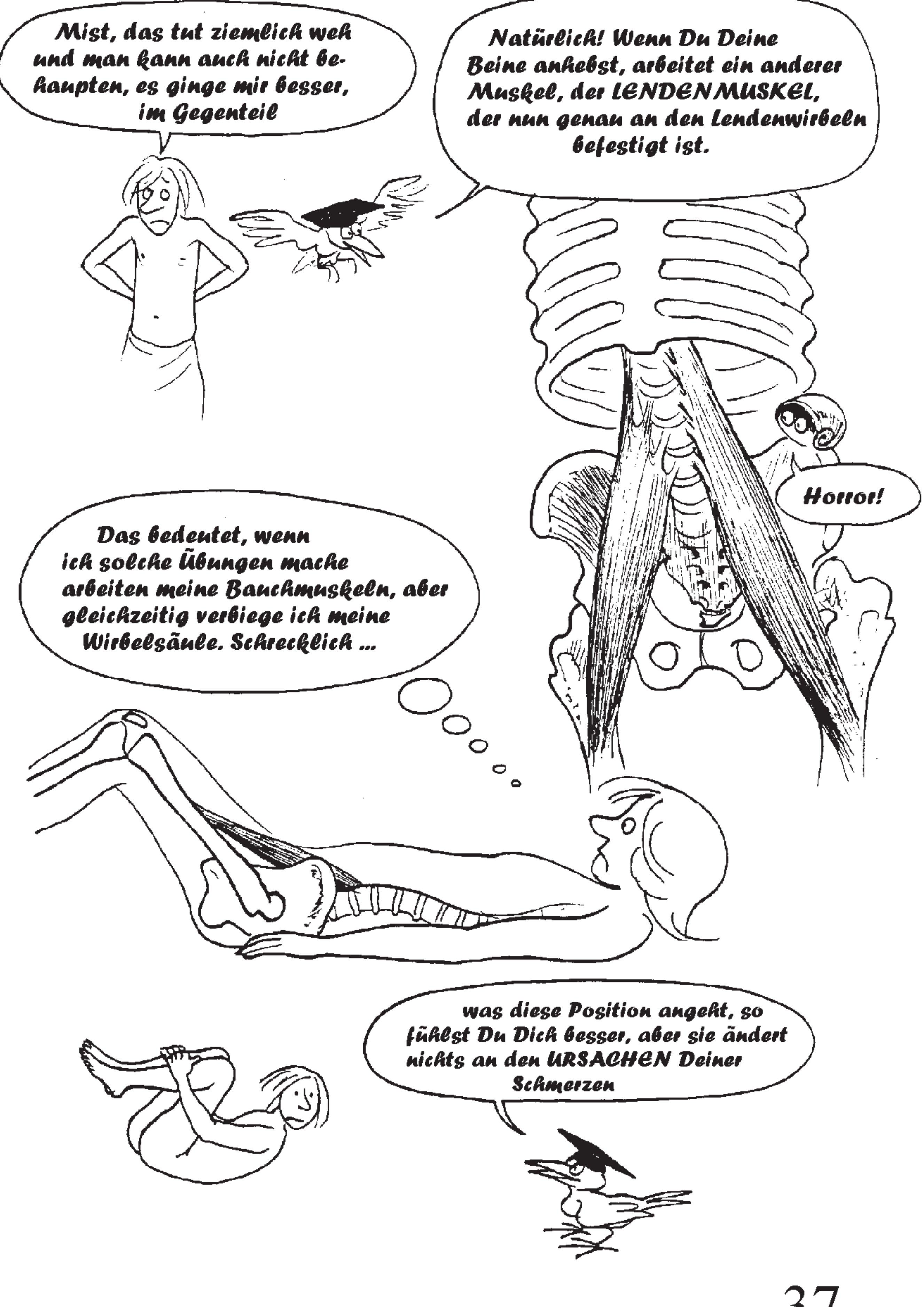
Diese heftige Anspannung der Muskeln, die u. a. die Wirbelsäule und das Becken verbinden, provoziert die DREHUNG des Beckens und der EBENE des Ilio-Sakral-Gelenks, auf der die gesamte Wirbelsäule aufliegt. Daher rührt ein Ungleichgewicht, das sich weiter ausbreitet.

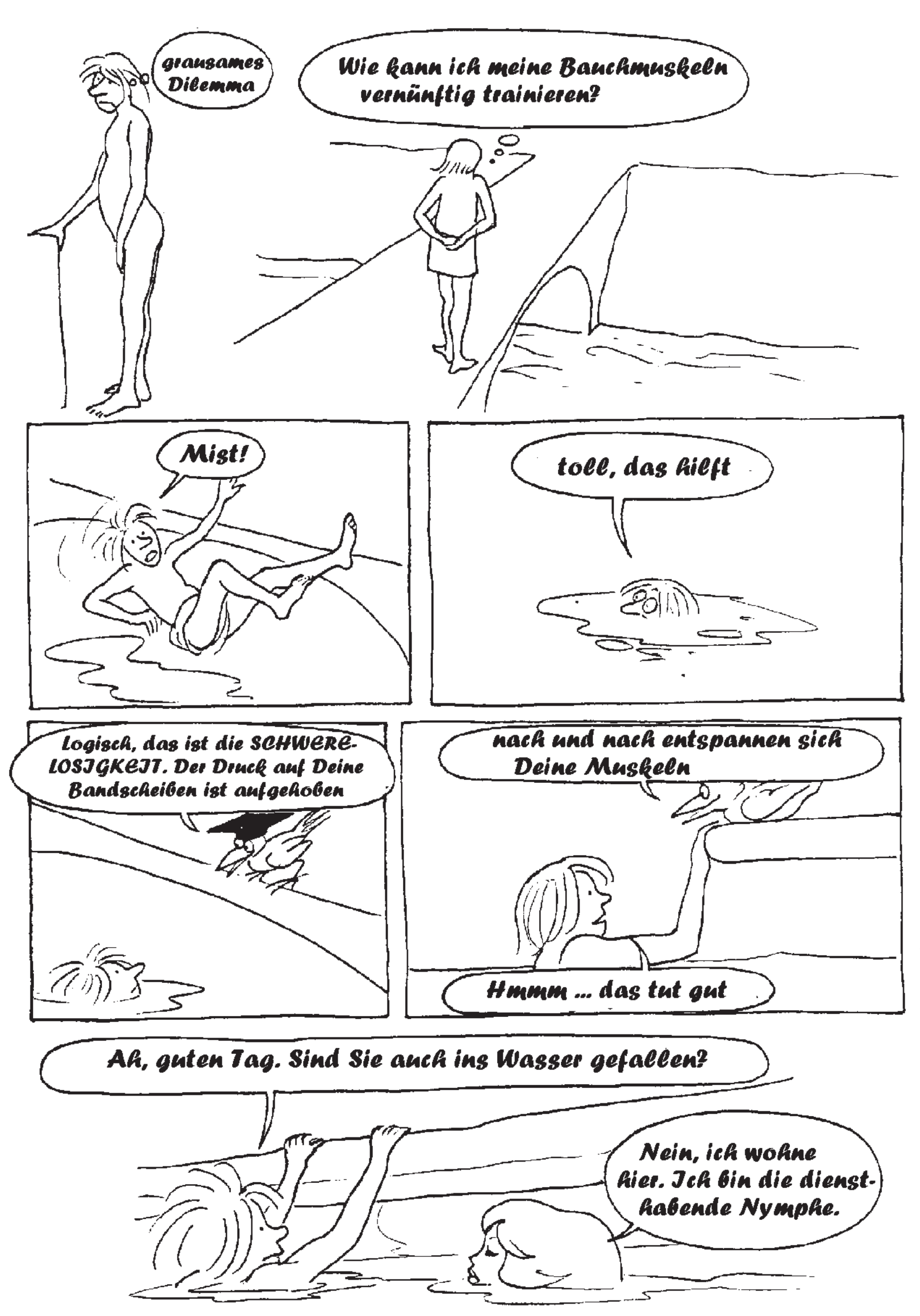


verrückte Sache: die Neigung der Bandscheibe erzeugt eine Anspannung, die die Wirbelsäule aus dem Gleichgewicht bringt ud weitere Probleme nach sich zieht. Alles ist auf wundersame Weise AUTO-INSTABIL

Die Ilio-Sakral-Ebene ist normalerweise um 30 bis 45° zur Horizontalen geneigt (Winkel a)


Auto-instabil! Haben Sie das gehört? AUTO-INSTABIL! Bravo!
Aber es war vorgesehen, dass dieser PROTOTYP Äpfel pflückt und keine Riesenkürbisse einsammelt
mal sehen ...
$\sin\left\{\frac{1+x^2}{\sqrt{1+x}}+\log x\right\}^{\frac{1}{2}}$
hm ... das sollte gehen
Hier die Idee: zwischen dem Brustkorb und dem vorherigen Beckenbogen, dem SCHAMBEIN, sind leistungsfähige Muskeln, die BAUCHMUSKELN. Wenn Sie sie arbeiten lassen, werden sie straffer und ziehen ständig an Ihrem Schambein, was dieser katastrophalen Drehung des Beckens entgegenwirkt.
SCHAMBEIN
Gut, los jezt, trainieren wir die Bauchmuskeln


Mist, das tut ziemlich weh und man kann auch nicht behaupten, es ginge mir besser, im Gegenteil
Natürlich! Wenn Du Deine Beine anhebst, arbeitet ein anderer Muskel, der LENDENMUSKEL, der nun genau an den Lendenwirbeln befestigt ist.
Horror!
Das bedeutet, wenn ich solche Übungen mache arbeiten meine Bauchmuskeln, aber gleichzeitig verbiege ich meine Wirbelsäule. Schrecklich ...
was diese Position angeht, so fühlst Du Dich besser, aber sie ändert nichts an den URSACHEN Deiner Schmerzen


grausames Dilemma
Wie kann ich meine Bauchmuskeln vernünftig trainieren?
Mist!
toll, das hilft
Logisch, das ist die SCHWERE-LOSIGKEIT. Der Druck auf Deine Bandscheiben ist aufgehoben
nach und nach entspannen sich Deine Muskeln
Hmmm ... das tut gut
Ah, guten Tag. Sind Sie auch ins Wasser gefallen?
Nein, ich wohne hier. Ich bin die diensthabende Nymphe.

In Schwerelosigkeit kann man die Materie des Nukleus dazu bringen, wieder in seine ursprüngliche Lage zurück zu wandern. Es genügt, die Wirbelsäule sanft in alle Richtungen zu bewegen, was einen SAUG-Effekt auslöst.

Hier zum Beispiel mache ich eine Drehbewegung, ganz langsam und OHNE ANSTRENGUNG. Es muss immer SCHMERZLOS sein

hier halte ich mich an den Holmen einer Leiter fest, ich strecke die Beine aus und ziehe sie wieder heran

WASSERGYMNASTIK

Aber worin unterscheiden sich diese Bewegungen von den gleichen an der Oberfläche?

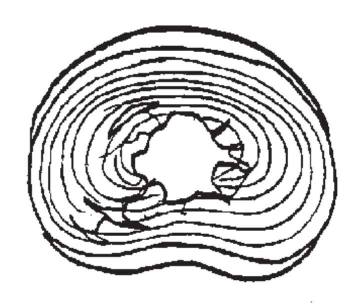
An der Oberfläche sind die Bandscheiben durch den Einfluss des GEWICHTS komprimiert und das Phänomen der SCHMERZSTILLENDEN ANSPANNUNG tritt ein, was einen positiven Effekt dieser Gymnastik verhindert



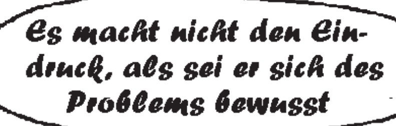
Nach dem 6. Tag fühlt der Mensch sich wirklich besser und erholt sich



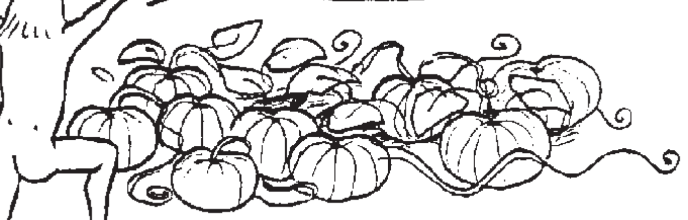




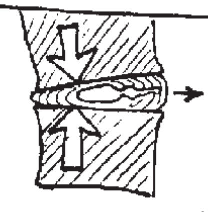




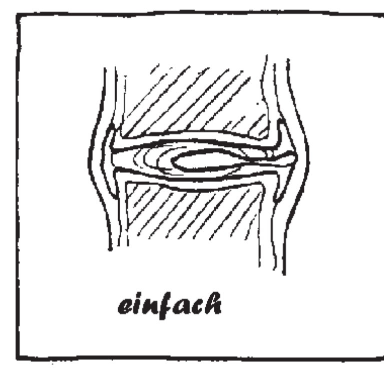


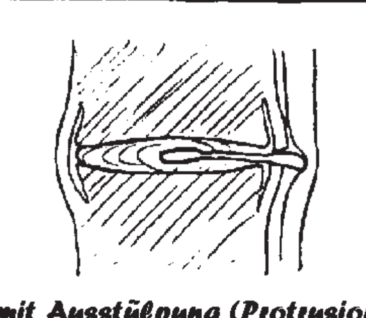


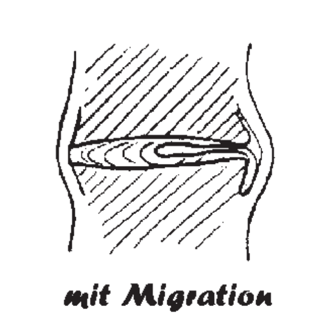


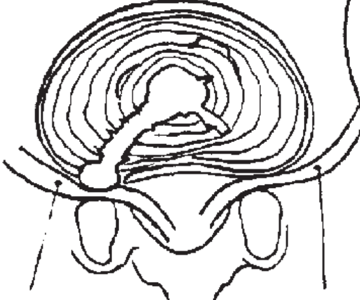


BANDSCHEIBENVORFALL











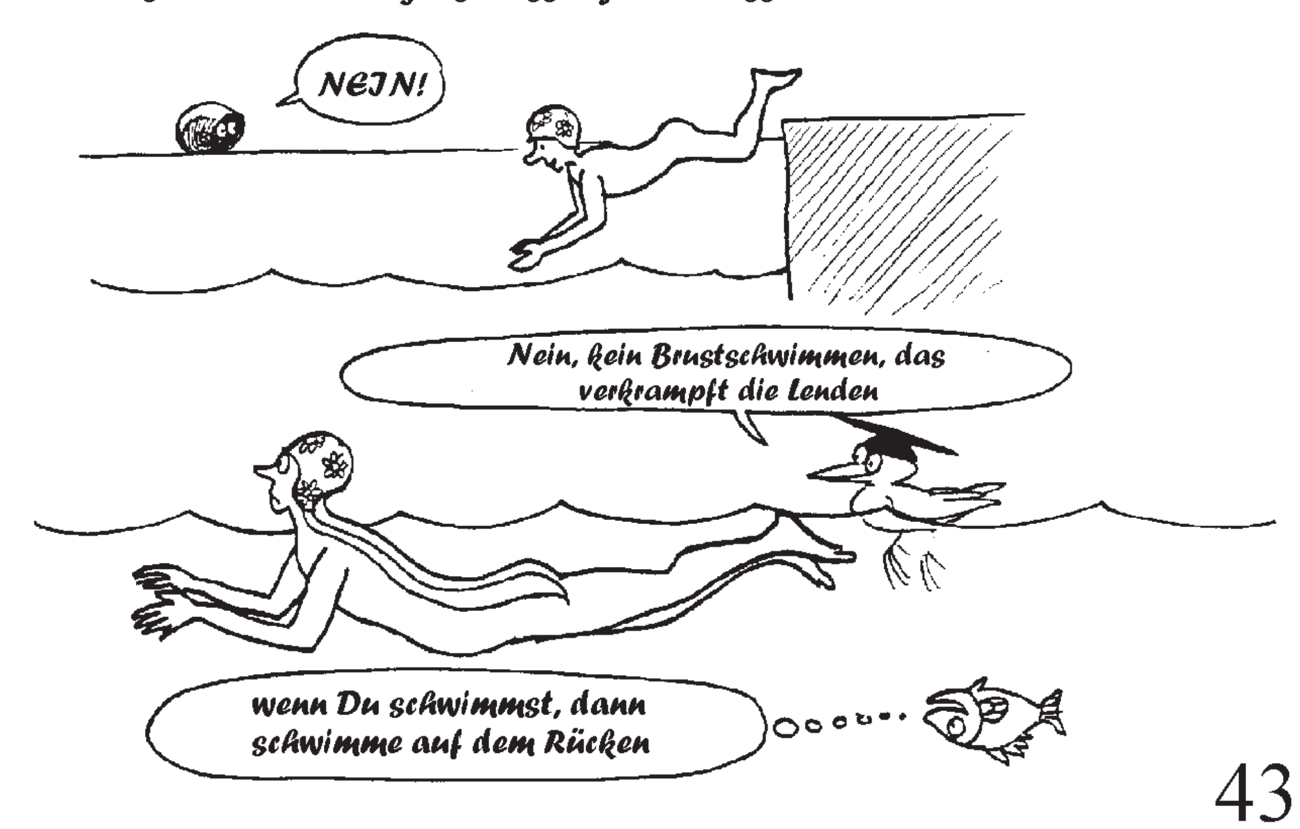

Man kann erkennen, ob es sich um einen Bandscheibenvorfall handelt, indem man die untere Gliedmaße bei durchgedrücktem Knie beugt. Wenn man dies tut, spannt man den Ischiasnerv, der unter dem Schienenbein, auf der Rückseite des Beins vom Oberschenkel bis zur Wade, entlangläuft.
Aber nein, das ist normal. Ab 90° tut es immer eine bisschen weh, da dann der Nerv dann seine maximale natürliche Spannung hat, genauso wie der Muskel unter dem Oberschenkel.
Aua!
Wenn Du einen Vorfall hättest, der den Ischiasnerv berührt, hättest Du früher geschrieen, denn der Druck auf den Nerv hätte sein natürliches Gleiten im Zwischenwirbelloch verhindert.
Das nennt man das LASEGUESCHE ZEICHEN



Außer wenn sehr heftiges Ischias auftritt oder beunruhigende Symptome einer Lähmung, für die DRINGEND ein Spezialist aufgesucht werden muss, lohnt es sich, ein Dutzend Krankengymnastikanwendungen in Schwerelosigkeit, im Schwimmbad, zu versuchen, um zu sehen, ob sich die Situation wieder beruhigt. Natürlich dürfen diese Sceancen nur dann gemacht werden, wenn der Schmerz hinreichend schwächer geworden ist.

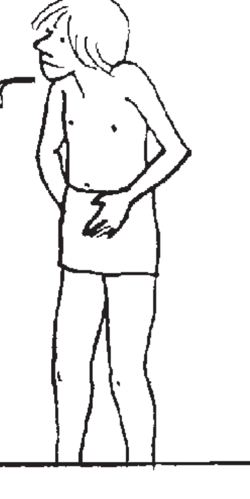
Die Direktion

sich VORSICHTIG ins Wasser gleiten lassen

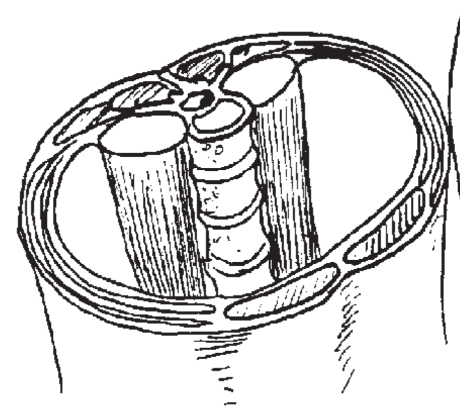








DAS MUSKEL-KORSETT





Der Haupteffekt der Wassergymnastik, also der SCHWERELOSIGKEIT, war es, die BEWEGLICHKEIT der Wirbelsäule zu ermöglichen, Bedingung dafür, dass die Bandscheibenkerne wieder in ihre richtige Lage zurückkehren konnten. Jetzt muss man dieses heikle Bauwerk VERSTÄRKEN, indem das MUSKELKORSETT gestärkt wird.

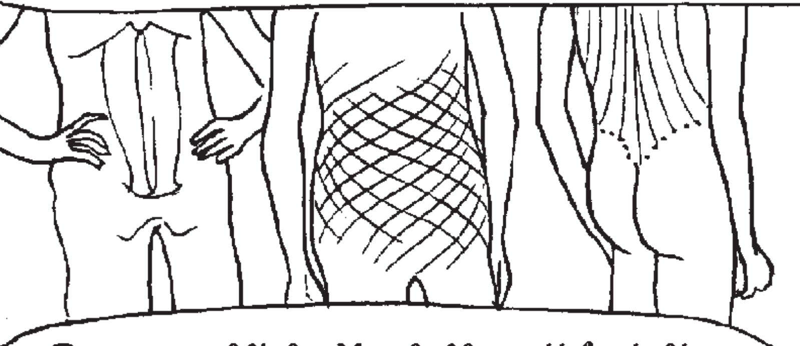


Du willst sagen, dass ich in in diese blöden Schwimmbäder zurück muss, bis ich Fischschuppen habe?

Da deine Wirbelsäule die schmerzfreie Beweglichkeit wiedererlangt hat, ist es in Deiner Situation nicht unbedingt notwendig



Im Schwimmbad erlaubte das Wasser eine BEWEGUNG OHNE ANSTRENGUNG. Hier wählen wir ANSTRENGUNG OHNE BEWEGUNG indem wir eine Haltung bewahren, die für die Wirbel nicht schädlich ist.





Das menschliche Muskelkorsett besteht aus Muskelschichten, in denen die Fasern in verschiedene Richtungen angeordnet sind. Jeder Muskelgesamtheit entspricht eine angemessene Gymnastik.

Wie hier, die Füße an die Wand gelehnt. Deine Lendenwirbelsäule liegt schön flach auf dem Boden

nur für ein paar Sekunden die Fersen abheben und wieder anlehnen usw.

Das muss von einem Ostfriesen erfunden worden sein

Um die Muskeln parallel zur Wirbelsäule (Spinalmuskeln) über ihre gesamte Länge gut zu trainieren: Position mit dem flachen Bauch auf dem Boden, mit einem Kissen unter dem Bauch, um die Krümmung zu verhindern (*)



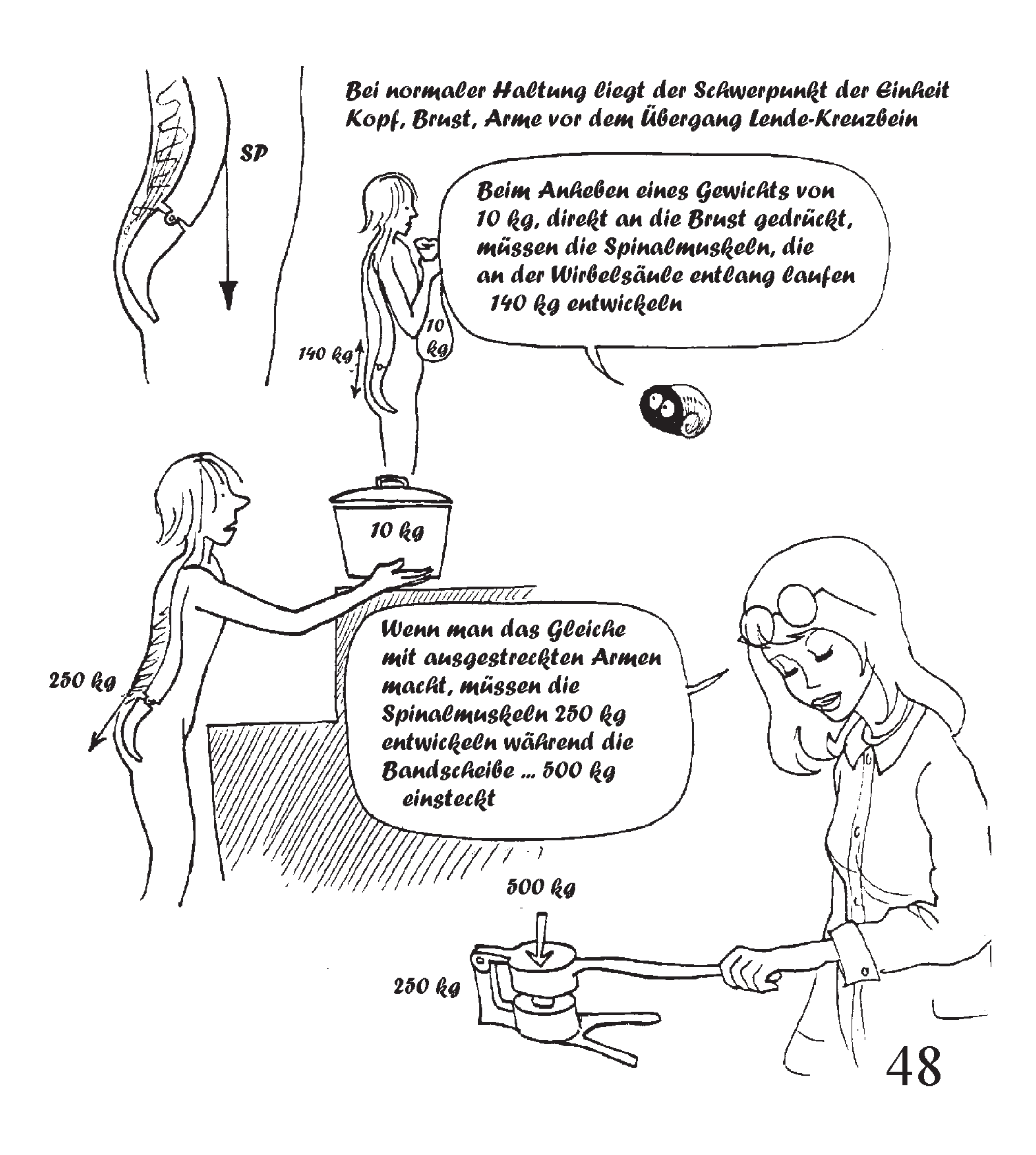


(*) Es gibt eine viel natürlichere Methode, seine Bauchmuskeln zu trainieren, aber der Anstand verbietet uns, sie hier zu zeigen.

einige Wochen später ...

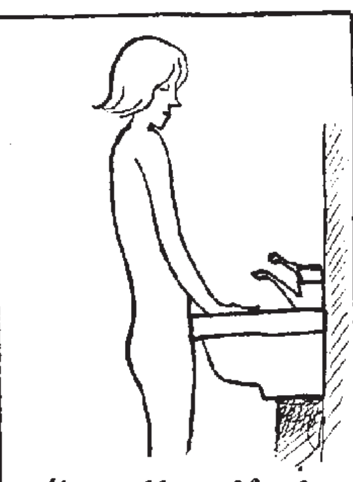


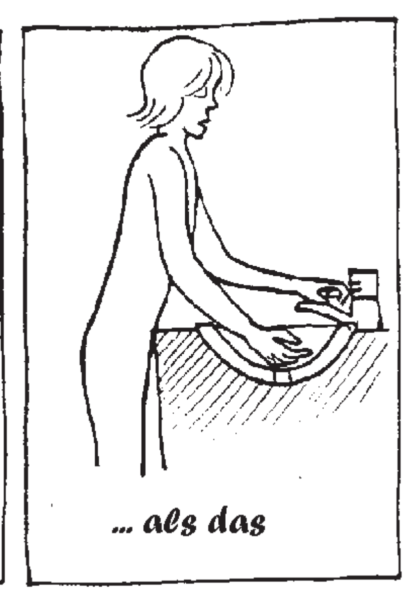
VORBEUGUNG DES BAND-SCHEIBENVORFALLS

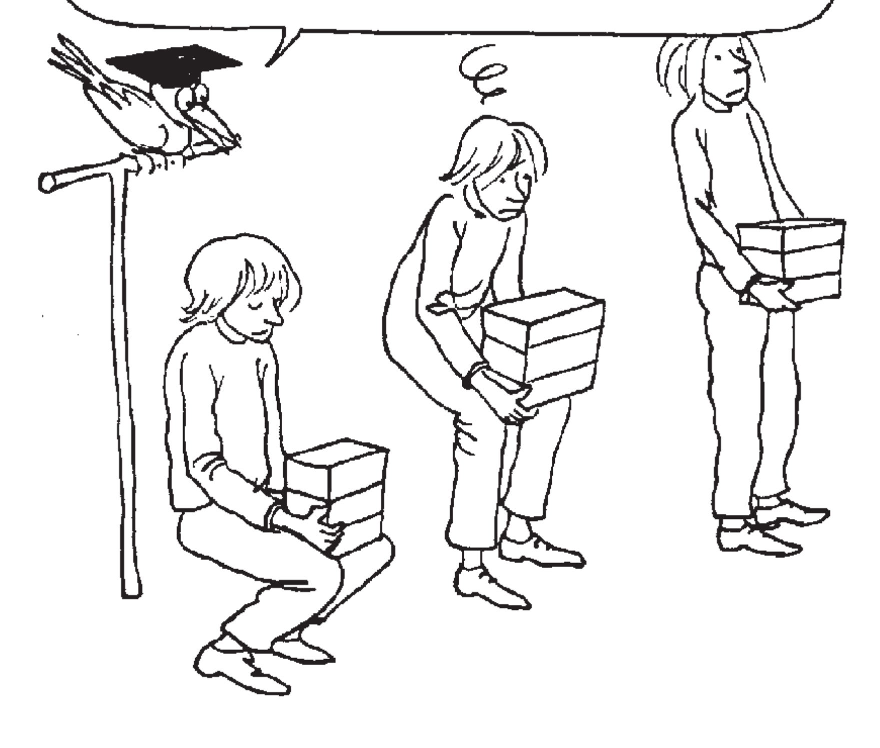


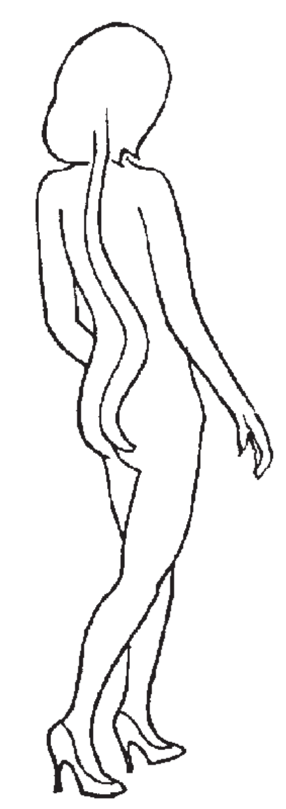
Es gibt also VERBOTENE BEWEGUNGEN







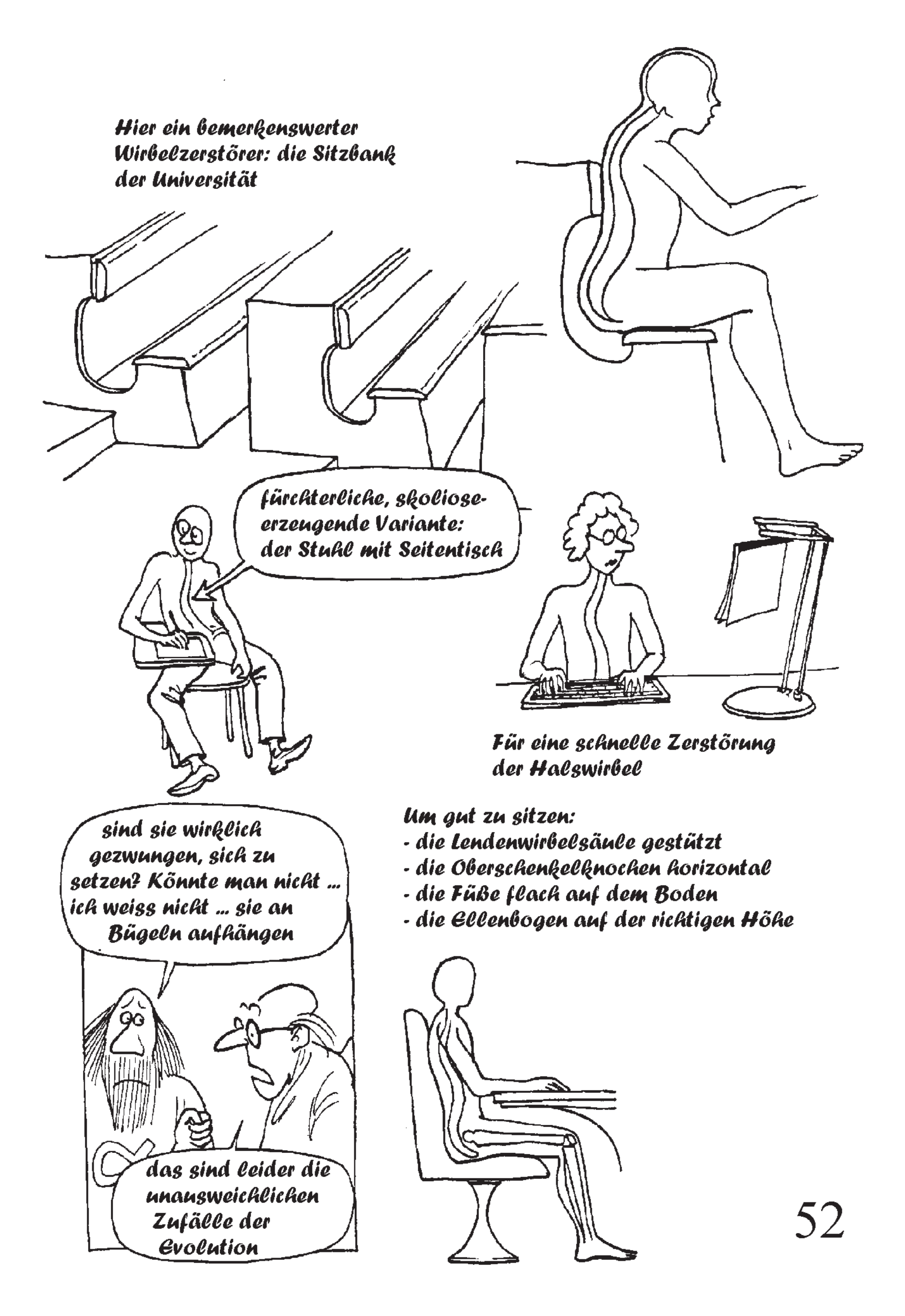




hohe Hacken verstärken
die Verkrampfung der
Wirbelsäule

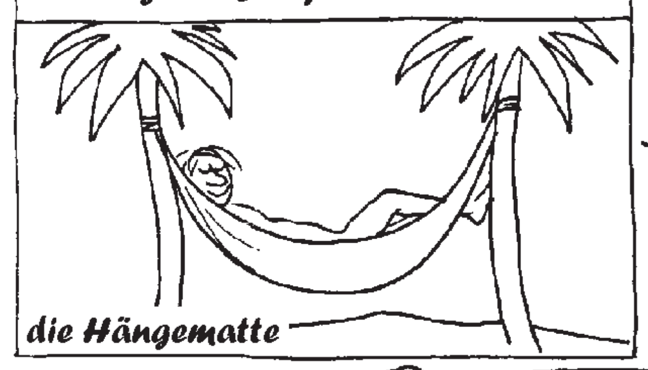

Hmmm ...
Gut, OK, es gibt einige strukturelle Schwachpunkte vor allem weil der Mensch sich Aufgaben verschafft, die ursprünglich nicht vorgesehen waren, ich wiederhole
wer konnte sich vorstellen, dass der Dummkopf anfangen würde, kolosale Tempel aus riesigen Blöcken zu bauen, nur in der Hoffnung, dort Heilung für seine Rückenbeschwerden zu finden
Bin ganz Ihrer Meinung
In seiner Versessenheit, unbedingt Sachen hochzuheben, hat der Mensch doch mit der Zeit und mit Hilfe seiner Phantasie Mittel geschaffen, den Schaden zu begrenzen
Babytrage
Ehemanntrage


Schon wieder Probleme? Aber ich dachte, dass für die Handhabung von Lasten ...
Es tut mir leid. Dieses Tier scheint ein Talent dafür zu haben, sich Probleme zu schaffen
Sehen Sie selbst
Er hat den STUHL erfunden
Er ist SESSHAFT geworden
Mit dem Stuhl bewegt sich der Mensch nicht mehr. Er schreibt, er telefoniert, das ist alles
aber er MUSS sich bewegen
seine Bandscheiben, schlecht versorgt, werden platt
"ergonomischer" Stuhl
Hier erleichtert eine "entspannte" Position die Wanderung einer angeschlagenen Bandscheibe und das Erschlaffen der Bauchmuskeln
Schmerzlinderung


Hier ein bemerkenswerter Wirbelzerstörer: die Sitzbank der Universität
fürchterliche, skoliose-erzeugende Variante: der Stuhl mit Seitentisch
Für eine schnelle Zerstörung der Halswirbel
sind sie wirklich gezwungen, sich zu setzen? Könnte man nicht ... ich weiss nicht ... sie an Bügeln aufhängen
das sind leider die unausweichlichen Zufälle der Evolution
Um gut zu sitzen:
- die Lendenwirbelsäule gestützt
- die Oberschenkelknochen horizontal
- die Füße flach auf dem Boden
- die Ellenbogen auf der richtigen Höhe


zu niedriger Stuhl
zu hoch
Tisch zu hoch
Tisch zu niedrig
Karl-Heinz, halte Dich gerade!
Ja, Mama
wie schrecklich!
Ganz genau ...
Wenn das nicht ein Unglück unseres guten Gottes ist! Du, komm' mit Deinem Buch her
So kommt die Mathematik noch besser in Deinen Kopf, klar?
Ist gut, gute Frau
Auf diese Weise wurde die Wirbelsäule von Karl-Heinz mit der Zeit wieder gerade

Die fälschlicherweise komfortable schlaffe Position, die bereits auf Seite 41 erwähnt wurde, hat auch ein liegendes Äquivalent.



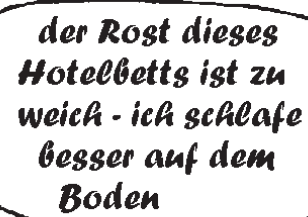


die Hängematte

das zu weiche Bett



Nichts geht über ein HARTES Bett



der Rost dieses Hotelbetts ist zu weich - ich schlafe besser auf dem Boden

MISSBILDUNGEN

Und, was ergibt das, diese neue Serie? Wird es etwas besser?

Sie erinnern sich an das generelle Prinzip der Wirbel. Ein solider zylindrischer Körper, ein markhaltiger Kanal, Fortsätze, die man Apophysen nennt ermöglichen es, die Wirbel gegeneinander zu bewegen oder die Muskeln anzusetzen



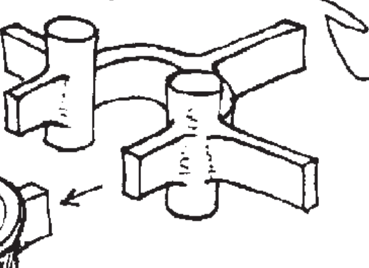
Reden Sie nicht davon. Wir haben enormen Ausschuss

Wirbelbogenwurzel

Dornfortsatz

Querfortsatz

Wirbelkörper





Seitenansicht

Wirbelkörper

oberer Gelenkfortsatz

unterer Gelenkfortsatz

Vorderansicht

obere Gelenkfortsätze

Spuren der Stiele

Dornfortsatz

Markkanal

Schnitt

Das ist das allgemeine Schema. Im fötalen Stadium entwickeln sich die Wirbel nach einem genauen Plan. Aber manchmal klappt es nicht.

15 % der Menschen werden mit fehlender Naht der Wirbelbögen geboren, die dafür gedacht sind, zum Dornfortsatz zu verschmelzen. Man das SPINA BIFIDA.

SPINA BIFIDA

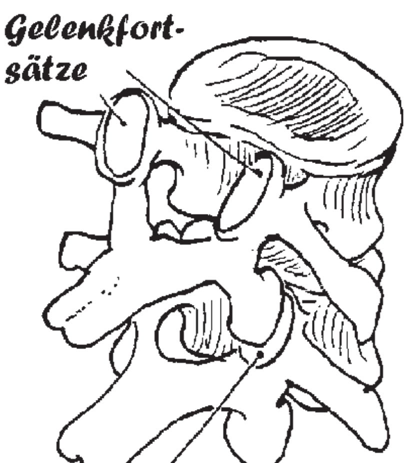
Das ist schlecht

Ja, aber die Leute leiden nicht darunter

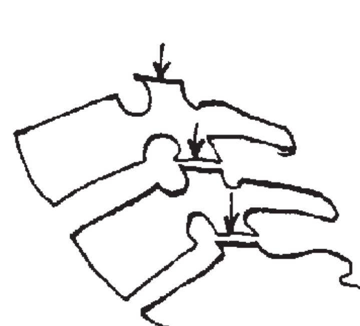
Dornfortsatz

NORMALER WIRBEL

Aber es gibt viel Schlimmeres. Die Wirbel sind durch Zwischenwirbelscheiben voneinander getrennt, sind aber auch über vier Gelenkfortsätze beweglich, zwischen denen kleine Gelenkkissen sind, MENISKEN genannt. Sie sind wie kleine, flache, mit einer öligen Flüssigkeit, der SYNOVIA, gefüllte Beutel.

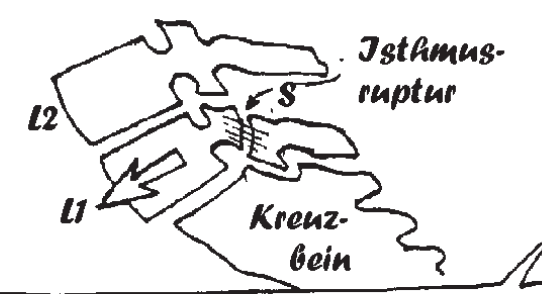


Im Lendenwirbelbereich verhalten sich diese Gelenkfortsätze wie Riegel, jeder Wirbel verhindert ein Verschieben des Wirbels, der darüber liegt.



Aber 15 % unserer Subjekte werden mit knöchernen Bögen, den Isthmen, geboren, die nicht verknöchert sind. All' das hält also nur mit mehr oder minder festen Fasern.

nicht verknöcherter Isthmus



Ich verstehe. Hier dieser erste Lendenwirbel, dessen Isthmen nicht verknöchert sind, muss das gesamte Gewicht der Wirbelsäule stützen, indem er sich im S auf dem Kreuzbein verriegelt. Leider sind die beiden Teile nicht miteinander verbunden. Das kann zu einem stückweisen Verschieben des Wirbels führen.(*)

(*) Auf Griechisch heisst Spondylos Wirbel und Olisthesis Verschiebung, daher der Begriff SPONDYLOLISTHESE bzw. Wirbelverschiebung.

oberer Gelenkfortsatz
Querfortsatz
Isthmus
Stiel
unterer Gelenkfortsatz

Unter einem gewissen Winkel betrachtet erinnert die Gesamtheit der Fortsätze an Ohren, Nase und Pfoten eines kleinen Hundes, der Stiel bildet sein "Auge" - wenn der "Hals" dieses kleinen Hundes gebrochen ist, weiß man, dass das einem fehlgebildeten Isthmus entspricht.

Brilliante Diagnose. Und was machen wir jetzt?

Nichts, oder fast. Viele bemerken es glücklicherweise nie - bei anderen kann es sich mit dem Alter oder nach einem starken Schlag bemerkbar machen.

und das macht einen Rückenkranken mehr

Man kann es bei jungen Leuten, etwa ab 10-12 Jahren diagnostizieren. Wenn man es weiß, kann man ihnen wenigstens raten, nicht Möbelpacker oder Gewichtheber zu werden.

der Typ hat eine merkwürdige Haltung, finden Sie nicht auch?

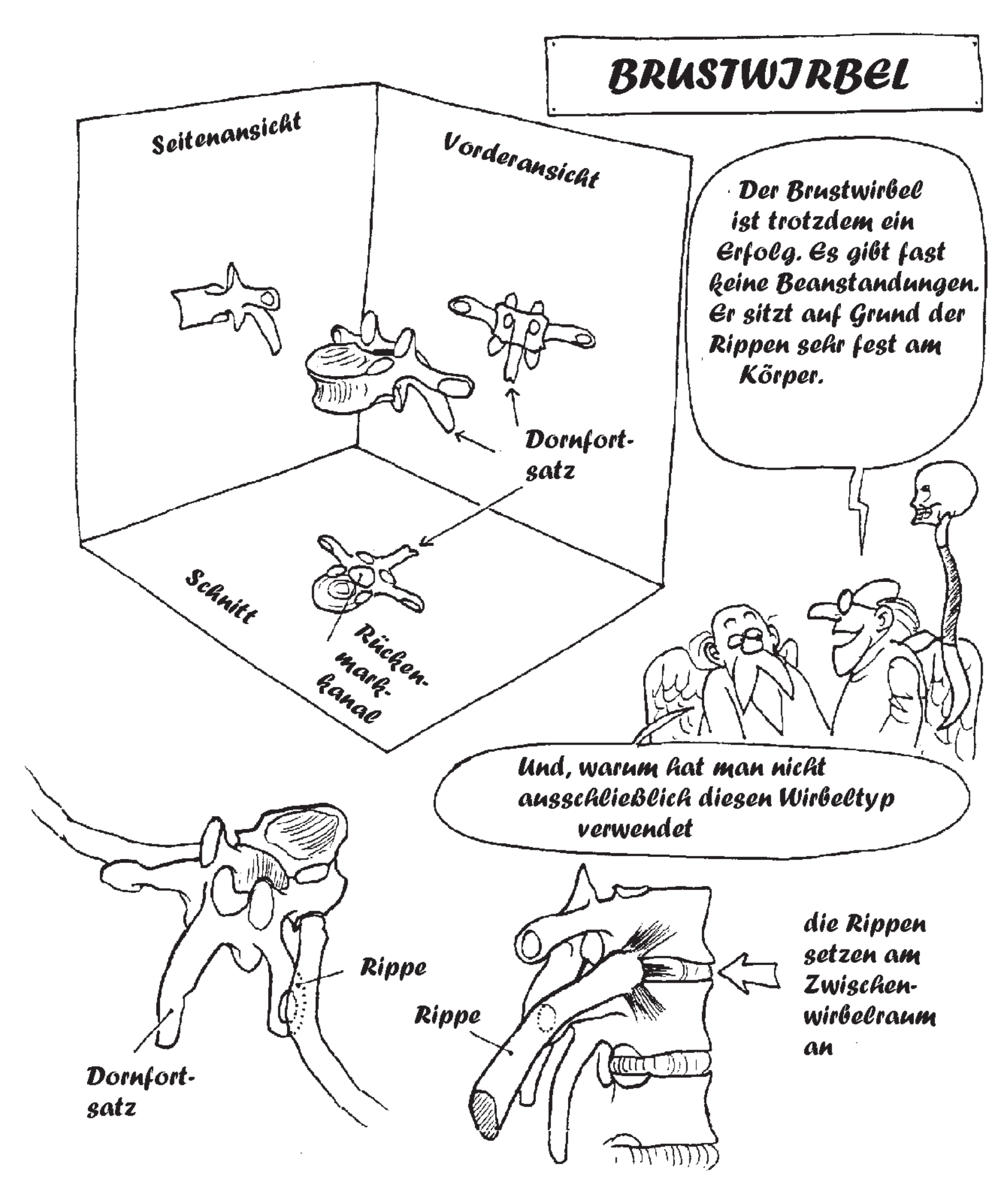
Ach, das ist etwas Anderes

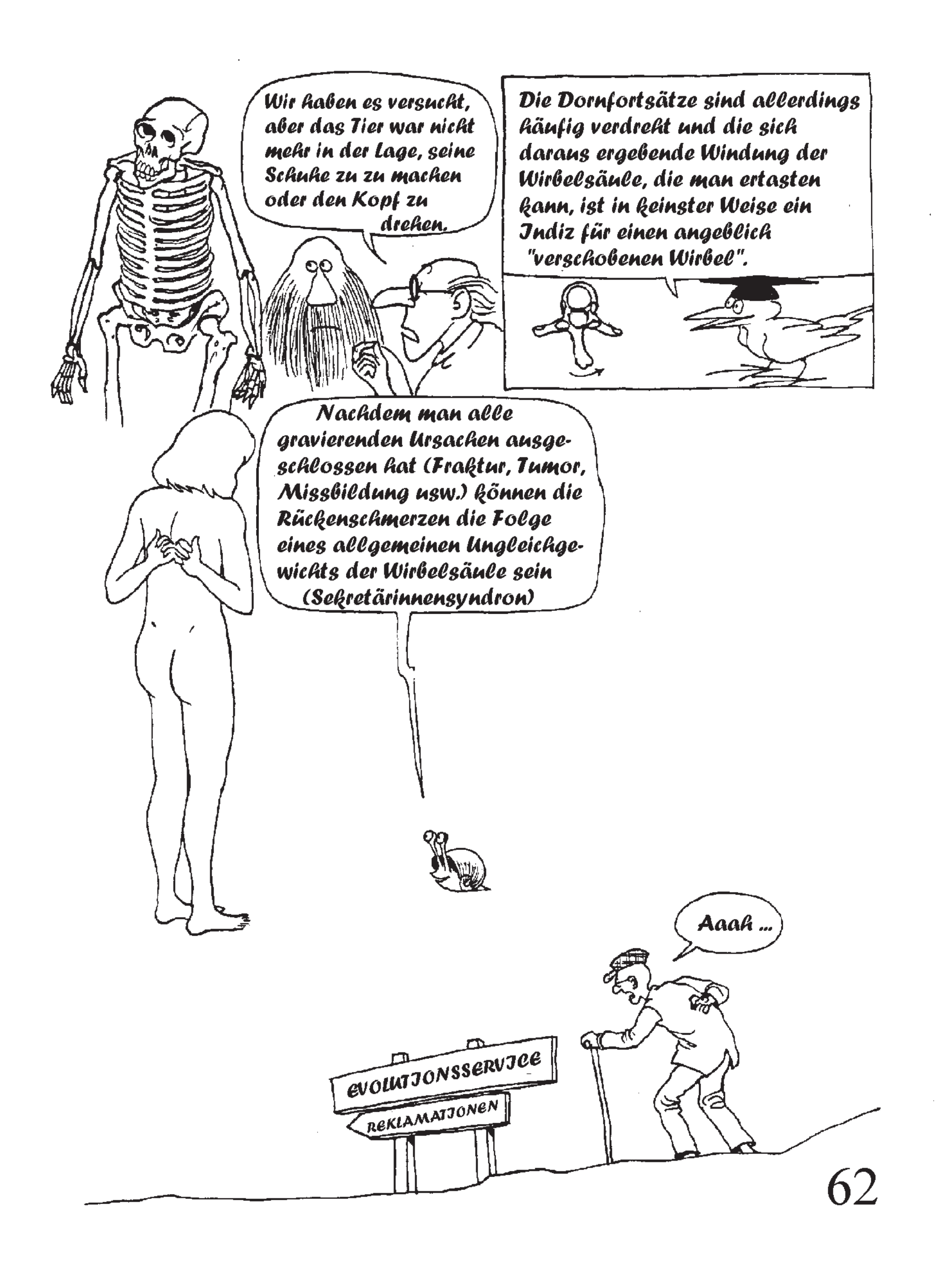


Der Planet hallte von den Beschwerden und dem Jammern der armen leidenden Zweifüsser wieder


Und wen sehe ich da? Einen der nie aufgehört hat zu jammern und jetzt einen sehr fitten Eindruck macht
la la, nie mehr Infiltrierung, lalala nie mehr Manipulationen
Da ist ein Mann in der Stadt, der manchmal Rückenkranke heilt. Er ist in der Lage, Wunder zu vollbringen. Bei mir zumindest hat es geholfen.
Ich hatte fürchterliche Migräne und seine Magie hat mich davon befreit
und was ist sein Beruf?
er ist Schuhmacher
er hat mir ein paar magische Stiefel genäht, die meine Migräne weggemacht haben
das ist ein Wunder
endlich ein Wunder
magische Stiefel! Was ist denn das für ein Quatsch!?
ehrlich gesagt ...
Klären Sie das bitte, alter Freund
mal sehen ... hm ... diese "magischen Stiefel"
hrrrrr pschü


nach vielen Anstrengungen
Na so was ... die Absätze haben nicht die gleiche Dicke!?
Der findige Schuhmacher hatte ganz einfach herausgefunden, dass manche Leute mit Beinen unterschiedlicher Länge geboren werden.
Es stimmt, dass diese Situation ein Ungleichgewicht der gesamten Wirbelsäule bewirken kann, dessen Folgen man spüren kann ... egal wo, beispielsweise im Halswirbelbereich, was Migräne erzeugen kann.
Aber eine zu späte Zuhilfenahme eines ausgleichenden Absatzes kann selbst wiederum latente Ungleichgewichte bewirken, beispielsweise in Verbindung mit einer Fehlentwicklung der Beckenstruktur
Die menschlichen Wesen im Erwachsenenalter sind bereits wie alte Häuser, deren Gleichgewicht auf allen möglichen Kompensationen beruht, Reparaturen, Stahlbetonrahmen, Streben, die man nur mit Vorsicht anfassen darf
50
60


BRUSTWIRBEL
Seitenansicht
Vorderansicht
Der Brustwirbel ist trotzdem ein Erfolg. Es gibt fast keine Beanstandungen. Er sitzt auf Grund der Rippen sehr fest am Körper.
Dornfort-satz
Schnitt
Rücken-mark-kanal
Und, warum hat man nicht ausschließlich diesen Wirbeltyp verwendet
Rippe
Dornfort-satz
Rippe
die Rippen setzen am Zwischen-wirbelraum an



Wir haben es versucht, aber das Tier war nicht mehr in der Lage, seine Schuhe zu zu machen oder den Kopf zu drehen.
Die Dornfortsätze sind allerdings häufig verdreht und die sich daraus ergebende Windung der Wirbelsäule, die man ertasten kann, ist in keinster Weise ein Indiz für einen angeblich "verschobenen Wirbel".
Nachdem man alle gravierenden Ursachen ausgeschlossen hat (Fraktur, Tumor, Missbildung usw.) können die Rückenschmerzen die Folge eines allgemeinen Ungleichgewichts der Wirbelsäule sein (Sekretärinnensyndron)
Aaah ...
EVOLUTIONSSERVICE
REKLAMATIONEN

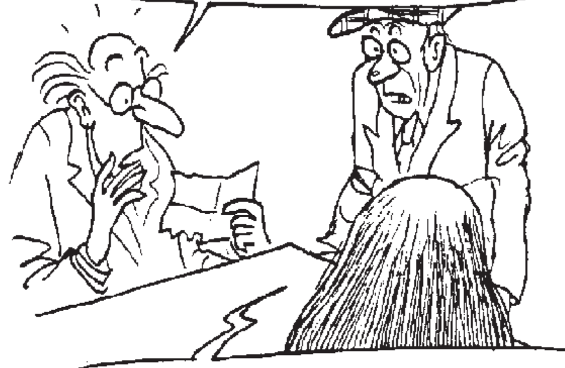
ARTHRITIS



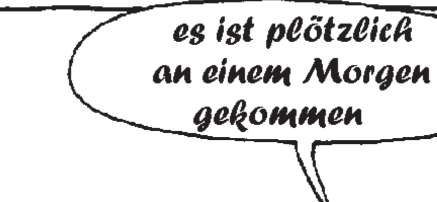
Ich verstehe das nicht. Ich habe immer ein gesundens, aktives Leben geführt, ohne Ausschweifungen. Ich habe meine Bandscheiben geschont, auch die Menisken und Kniescheiben. Und sehen Sie, in welchem traurigen Zustand ich bin. Warum?
Hm ...



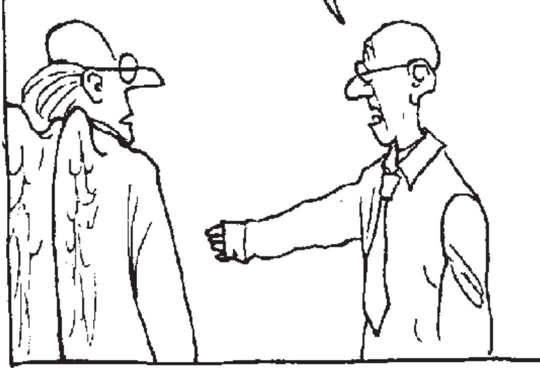
Haben Sie Ihre Papiere mit dem Datum Ihrer Erstzulassung?
ja, hier



Ups, und Sie laufen noch!
Ich kann meinen Arm nicht mehr heben
Ich habe es oft genug wiederholt: wenn man eine Tier schafft, muss man den passenden Fressfeind vorsehen, sonst, nun, Sie sehen das Ergebnis



es ist plötzlich an einem Morgen gekommen

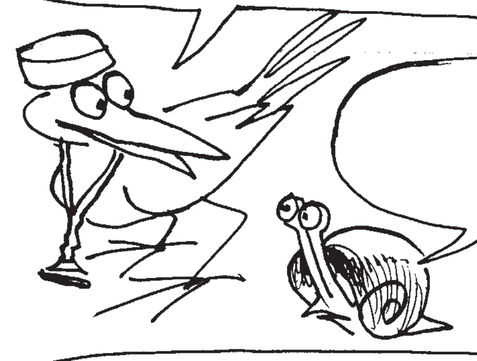




Auf den Röntgenaufnahmen sehe ich nichts, außer dass ein Arm höher ist als der andere



Im allgemeinen ist es immer besser für eine Schulter, ein Knie oder den Rücken, auszuprobieren, ob es nicht mit WASSERGYMNASTIK möglich ist, auf sanfte Weise die Lage zu verbessern, ehe man auf einen Operationstisch eilt. Der menschliche Körper besitzt eine Fähigkeit sich zu erholen, die man häufig falsch einschätzt.



Aber wieso schicken die Ärzte ihre Patienten nicht häufiger ins Schwimmbad?

Weil doch das Dreieck "Arzt-Apotheker-Bewegungstherapeut" funktionnieren muss. Eine Einrichtung mit Schwimmbad ist eine zu große Investition für einen Bewegungstherapeuten oder auch eine Gruppe von Therapeuten. Allerdings findet in einem Rheumazentrum der gesamte Wiedergewinnungsprozess durch stückweise Heilgymnastik im Schwimmbad statt.

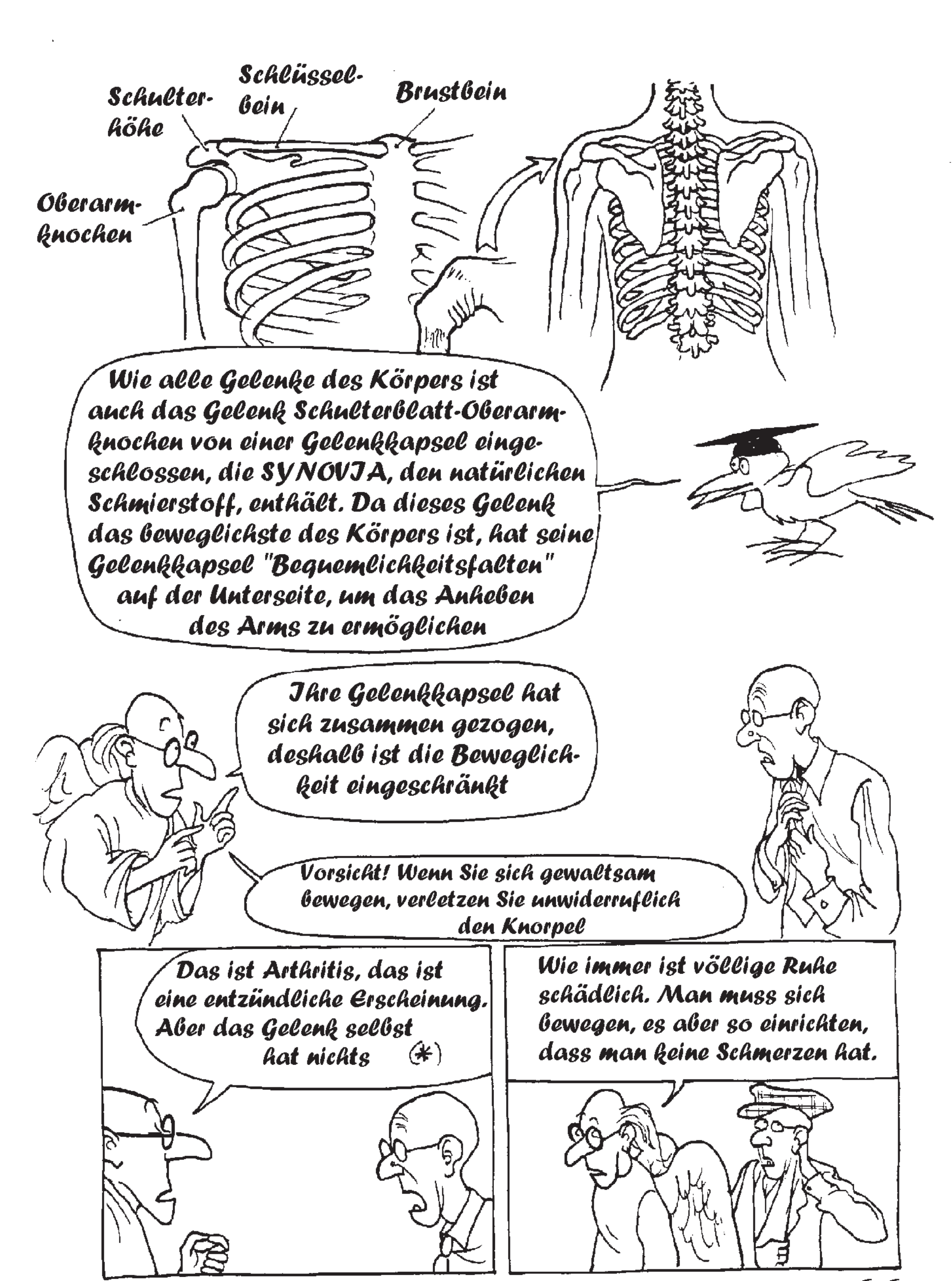
In den Städten sollten die KRANKENKASSEN mit Hilfe der Gemeinden KOSTENLOSE Schwimmbäder zur Verfügung stellen, in denen Ärzte und Therapeuten freiberuflich arbeiten könnten. Das wäre für alle Beteiligten finanziell vorteilhaft.

Seis gelobt, ich gewinne Zentimeter für Zentimeter

Gelenke MÜSSEN bewegt werden, sonst degenerieren sie. Das bewegungsarme Leben IST eine Gefahr. Ideal ist das Schwimmbad, wo man sich ohne Belastung und ohne Schmerzen bewegen kann. Bei der Schulterarthrose bewegt man den kranken Arm unter Zuhilfenahme des gesunden Arms. Dann macht man "trocken" weiter, genauso mit Hilfe des gesunden Arms, bis zur völligen Erholung (ZUNÄCHST muss die GANZE Drehweite wiedererlangt werden)

Es gibt mit Kügelchen gefüllte Kissen, die man in der Mikrowelle aufwärmen kann und die ziemlich effizient sind, um rheumatische Schmerzen zu behandeln.

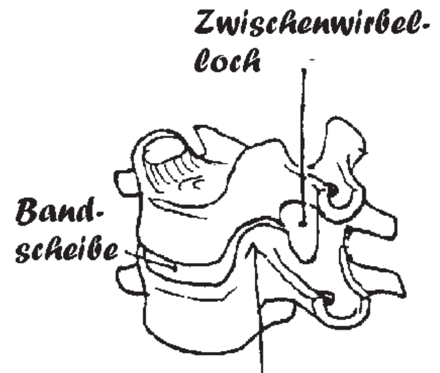




(*) Es handelt sich um Periarthritis humeroscapularis, sehr häufig ab 50 Jahren, vor allem bei Frauen

DIE ARTHROSE





Hier die Art, wie die Halswirbel auf den Bandscheiben gestapelt sind. Sie sind durch die Facettengelenke begrenzt, die die seitliche Beugung des Kopfes beschränken. Das sind die bevorzugten Stellen für Abnutzung der Halswirbel.

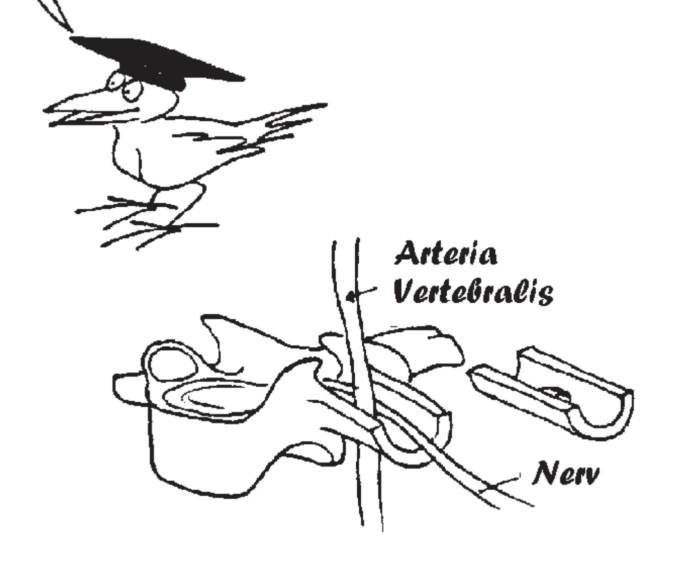
Meniskus

Meniskus

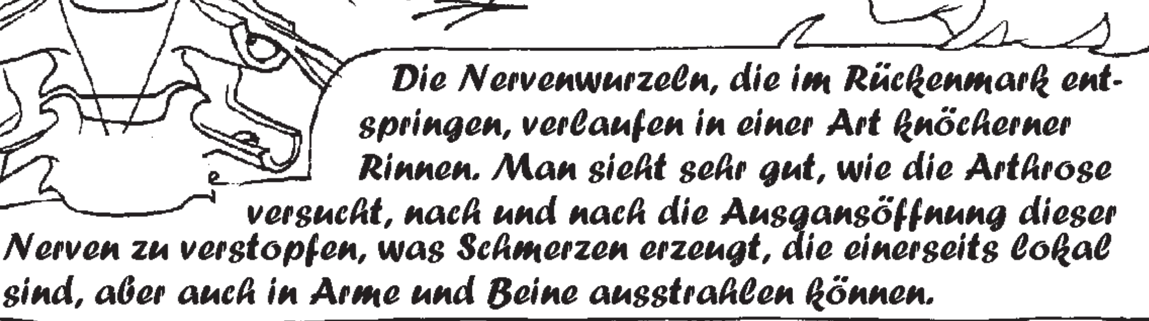
Bandscheibe

Nukleus

HALSWIRBEL
(Vorderansicht)



Wenn das Skelett am Ende ist, werden die durch Reibung zerstörten Knorpel nicht ersetzt. Im Gegensatz dazu ist das Knochengewebe in ständiger Erneuerung (Beispiel: die automatische Reparatur von Knochenbrüchen). Wenn der Knorpel abnutzt, führt das zu höheren Drücken auf gewisse Bereiche der Wirbel, die reagieren, indem sie knöcherne Gewächse in sehr unvorhersehbarer Weise entwickeln. Dies ergibt das Erscheinungsbild der ARTHROSE.



Die Nervenwurzeln, die im Rückenmark entspringen, verlaufen in einer Art knöcherner Rinnen. Man sieht sehr gut, wie die Arthrose versucht, nach und nach die Ausgangsöffnung dieser Nerven zu verstopfen, was Schmerzen erzeugt, die einerseits lokal sind, aber auch in Arme und Beine ausstrahlen können.


wenn ich den Kopf drehe, sehe ich Sterne vor meinen Augen
Dornfortsatz
Arteria Vertebralis
Rückenmark
oberer Fortsatz
Arteria Vertebralis
Auf diesen weiteren Abbildungen sieht man auch, wie die Arteria Vertebralis entlang der Wirbelsäule verläuft.
Mit Ihren verengten Durchgangslöchern klemmen Sie die Arterie ein, sobald Sie den Kopf drehen. Dadurch wird das Gehirn weniger versorgt. Das ist nicht weiter schlimm. Schauen Sie einfach meistens nach vorn.


schauen wir mal ein wenig Ihre Brust- und Lendenwirbel an
Sag', dass es nur ein böser Traum ist! ...
Oh Gott! ...
Hübsch, was?
Die ARTHROSE entwickelt mit dem Alter knöchrige Auswüchse, die man auch KNOCHEN-SPORN (Osteophyt) nennt. Diese Auswüchse können zusammentreffen, die Wirbel verwachsen dann miteinander (was nicht automatisch schmerzhaft ist).
die Degenerierung der Bandscheiben bewirkt, das das Individuum sich beim Altern verkleinert


ich fühle mich ein wenig steif
Können Sie nicht etwas dagegen tun?

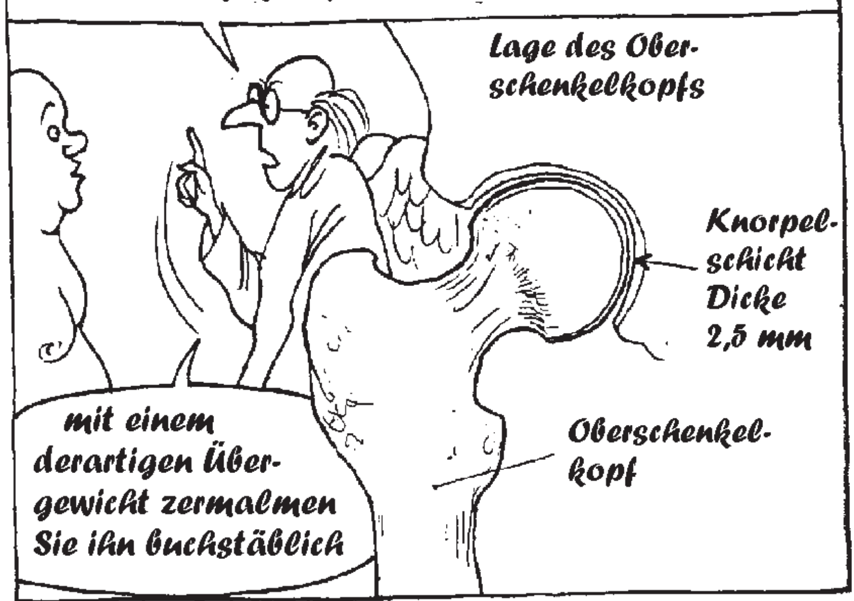

Leider nein, wenn wir die Knochensporne abhobeln, wachsen sie sofort wieder nach. Das ist nachgewiesen.


der Nächste ...


Ich habe beim Laufen Schmerzen in den Hüften
Was ist das, die Kiste, die Sie dabei haben?
sobald ich ein bischen Hunger habe ...
Das ist Ihr Mittagessen?



Nein, das ist nur eine Zwischenmahlzeit für unterwegs. Mittagessen ist mehr und schwer zu transportieren
Sie sind schwer transportierbar



Sind Sie sich bewusst, welchen Anstrengungen Sie ihren Hüftknorpel aussetzen
Lage des Oberschenkelkopfs
Knorpelschicht Dicke 2,5 mm
mit einem derartigen Übergewicht zermalmen Sie ihn buchstäblich
Oberschenkelkopf



Ich dachte, Sie könnten mir etwas geben, ein Medikament, um meinen Knorpel zu stärken



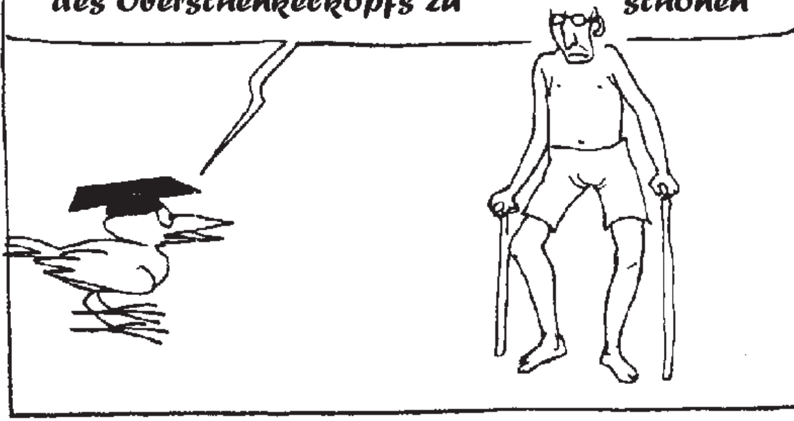
hier ...



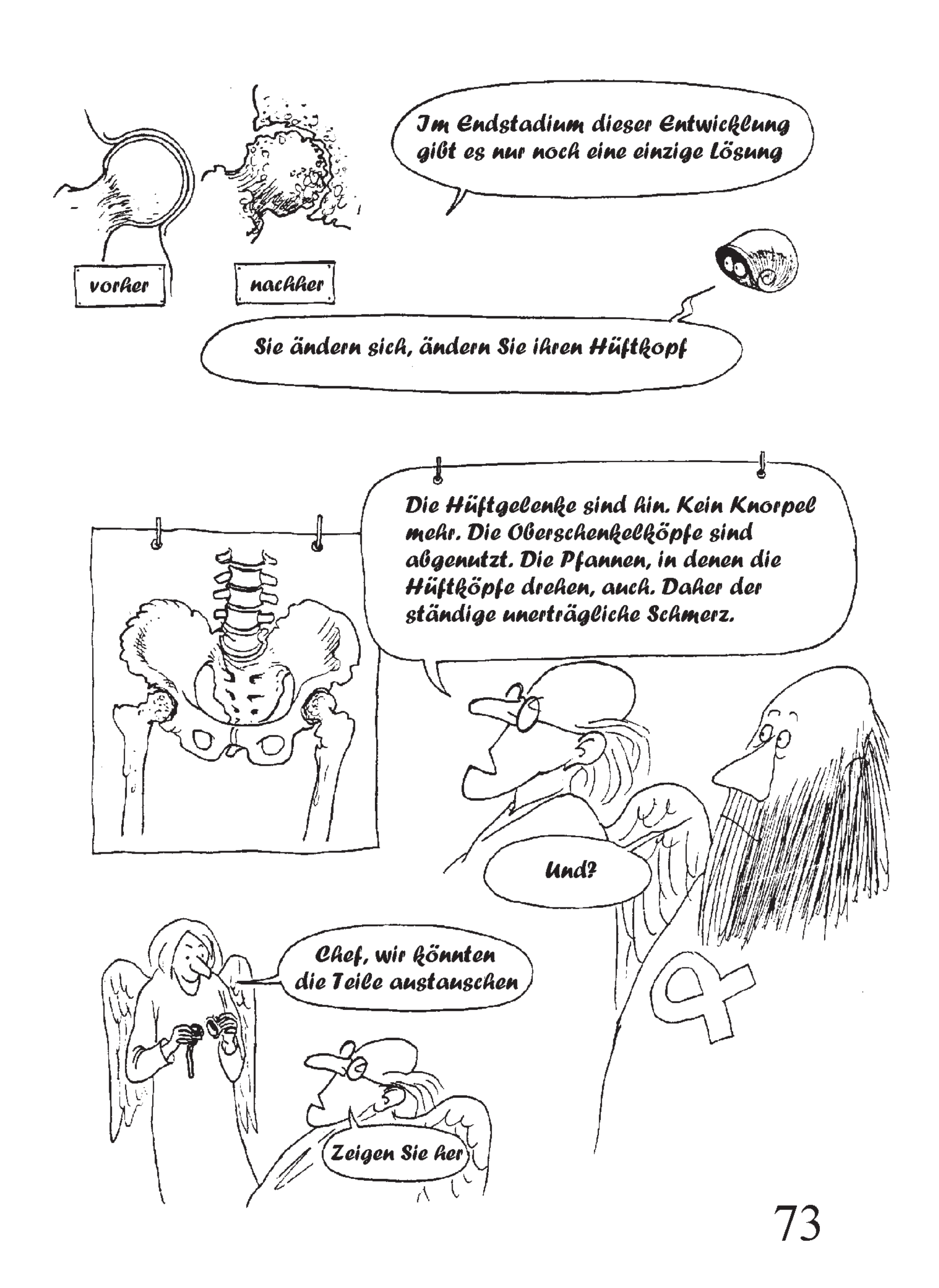
Aber, das ist kein Rezept, das ist ein Gericht!?
Ein Gericht zum Abnehmen



Wie soll man mit so wenig überleben?



Mit solchen Abnutzungserscheinungen verschwindet der Knorpel an manchen Stellen völlig und die Person gewöhnt sich eine "tückische Haltung" an, um die nackten Stellen des Oberschenkelkopfs zu schonen


Im Endstadium dieser Entwicklung gibt es nur noch eine einzige Lösung
vorher
nachher
Sie ändern sich, ändern Sie ihren Hüftkopf
Die Hüftgelenke sind hin. Kein Knorpel mehr. Die Oberschenkelköpfe sind abgenutzt. Die Pfannen, in denen die Hüftköpfe drehen, auch. Daher der ständige unerträgliche Schmerz.
Und?
Chef, wir könnten die Teile austauschen
Zeigen Sie her

Es ist der einzige Eingriff an einem Gelenk, der den Schmerz auslöscht und eine akzeptable Bewegungsfreiheit der Hüfte und damit eine fast normale Aktivität ermöglicht.

Beispiel einer kompletten Hüftprothese

Schauen Sie den kleinen Alten von vorhin. Für seinen Hals konnten wir nichts tun, auch nicht für seinen Rücken und die Schulter. Also haben wir ihm die beiden Hüftköpfe ausgetauscht und nun hört er mit dem Radfahren nicht mehr auf.

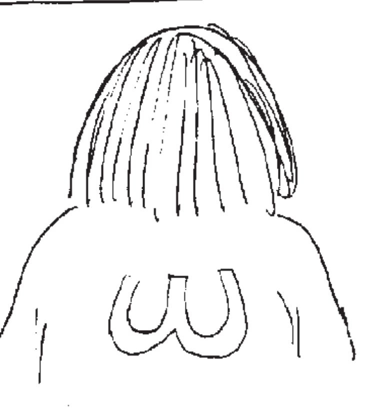
Vorsicht da vorn!

Kurzum, er ist wie neu

Er ist am anderen Tag aufgestanden. Nachdem die Eisenwaren eingebaut, die Bänder genäht waren, hat er eine korrekte Gelenkbeweglichkeit wiedererlangt. Am Anfang musste er nur solche Verhaltensweisen vermeiden, bei denen eine leichte Anstrengung eine Ausrenkung der Prothese bewirken könnte.







EPILOG



Sie sind trotzdem ärgerlich, alle diese Gelenkprobleme, oder?
Aber nein, wir haben DIE Lösung. Dank seiner Technologie kann der Mensch im Weltall leben.



Und da, kein Probleme mehr, weggeblasen! Da oben sind sie von der Schwerkraft befreit



Intressantes Projekt



PROJEKT? Aber mein lieber, sie reisen jeden Tag ab, ganze Charterflüge voll





Das Weltall, da liegt die Zukunft des Menschen. In großen Weltraumdörfern wird er dann leben, weit entfernt von Bandscheibenvorfällen oder Verstauchungn

Sechs Monate später ...



JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN

DAS TOPOLOGIKON



Warnung

Es wird empfohlen, dieses Buch nicht zu lesen

- abends bevor Sie zu Bett gehen,
- nach einer reichen Mahlzeit,
- wenn Sie irgendwelche Zweifel haben, denn dieses Buch wird die Zweifel nur verschlimmern.

Der Autor

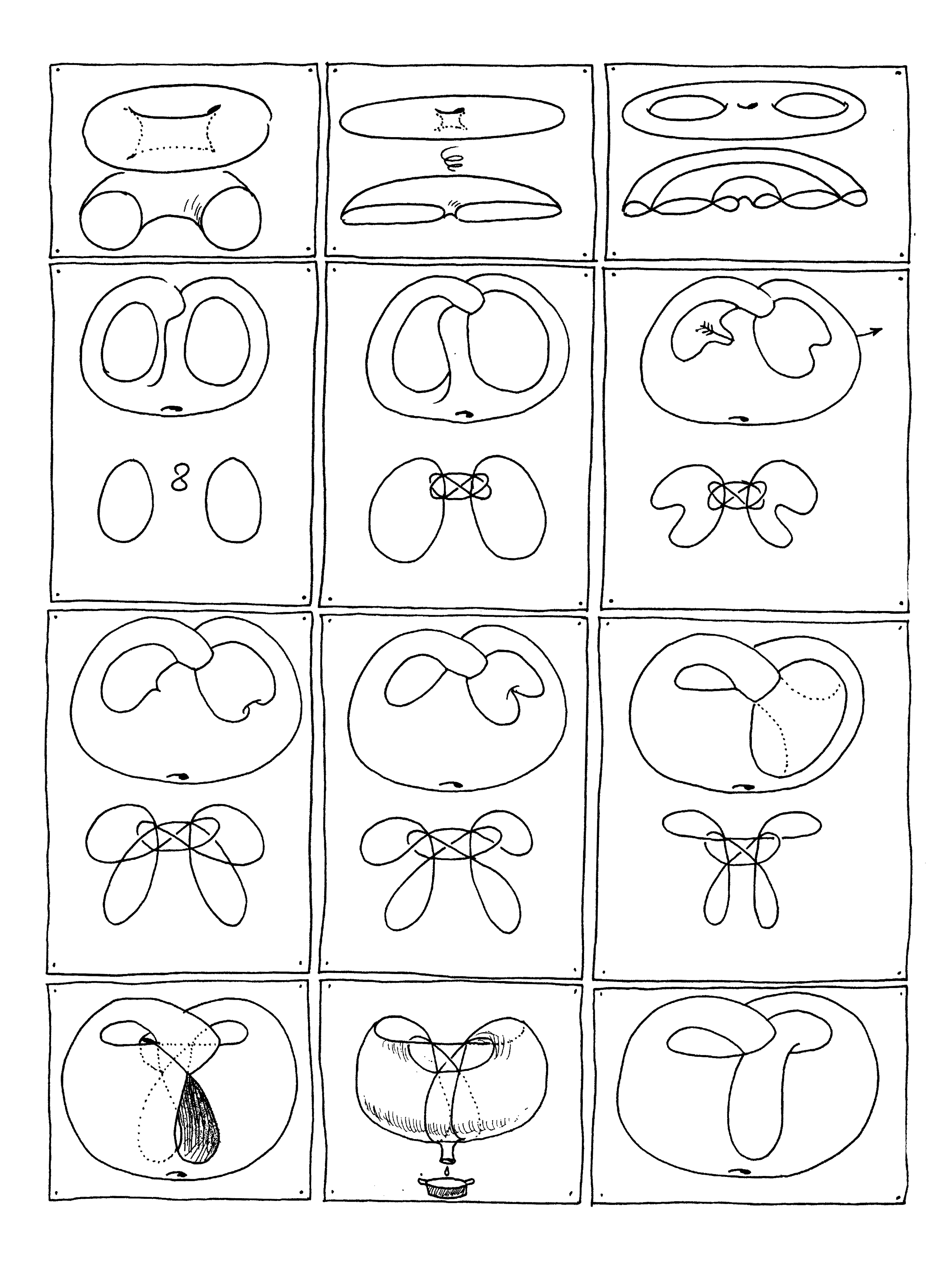
Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.

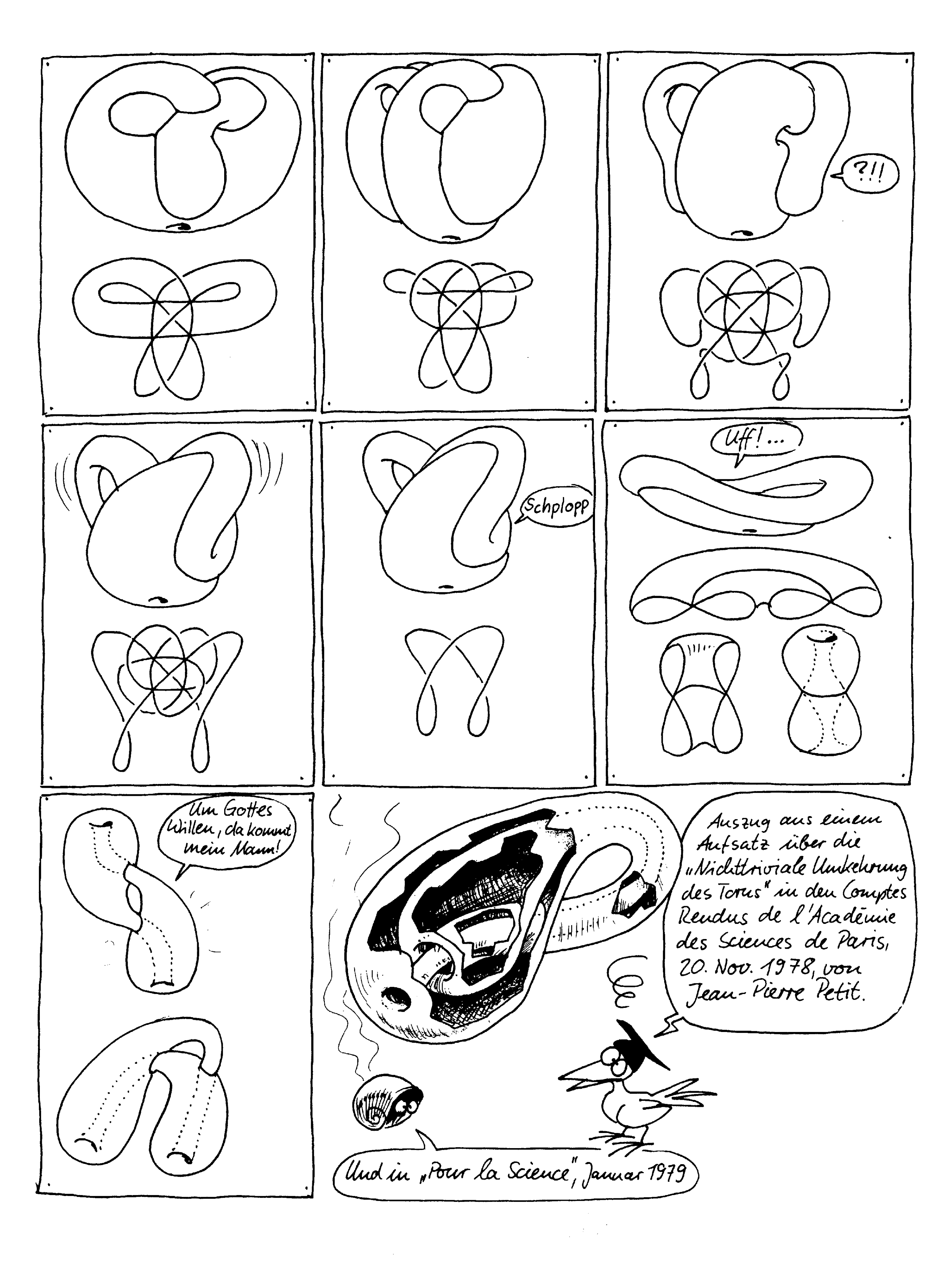


Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

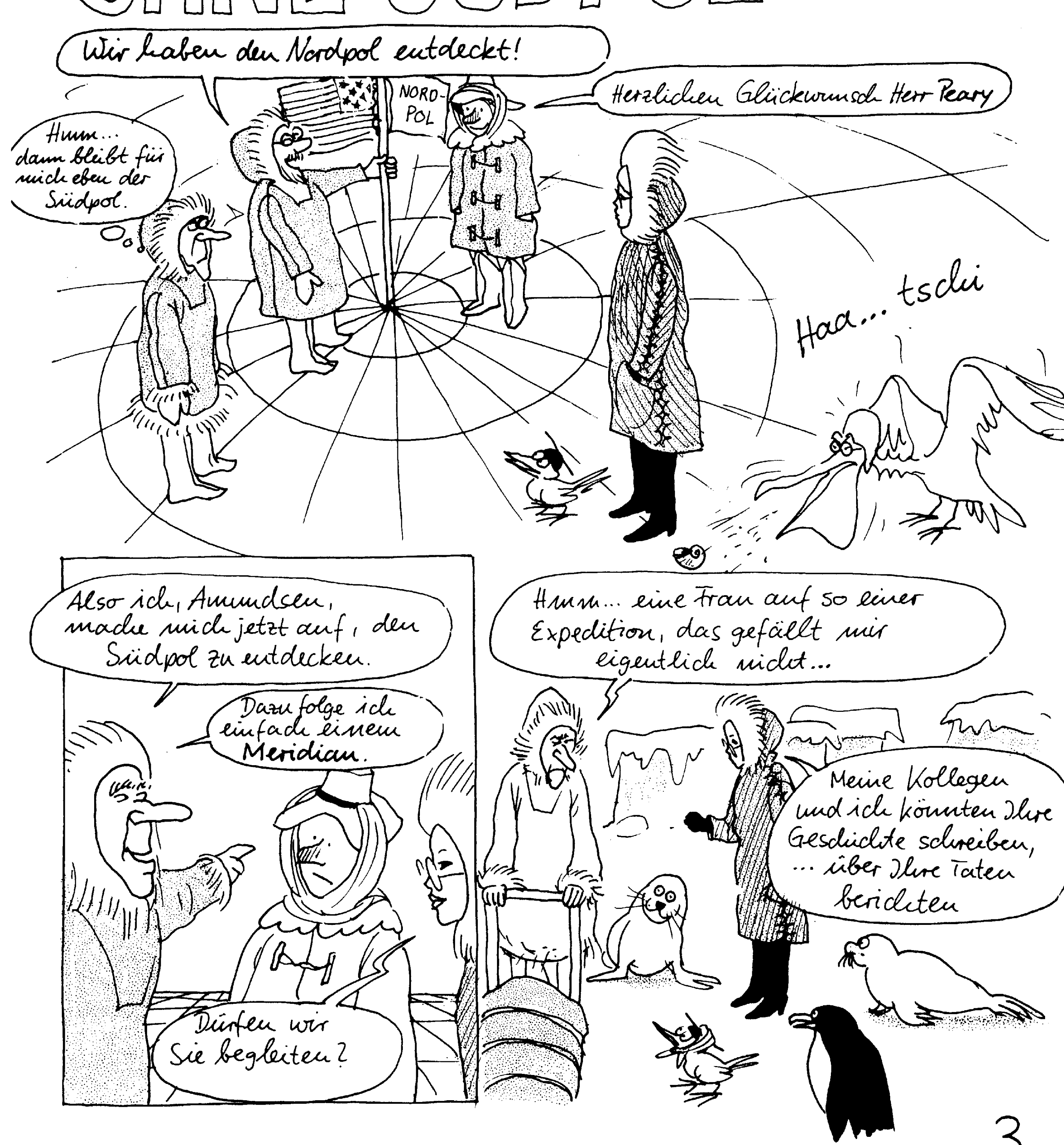
Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

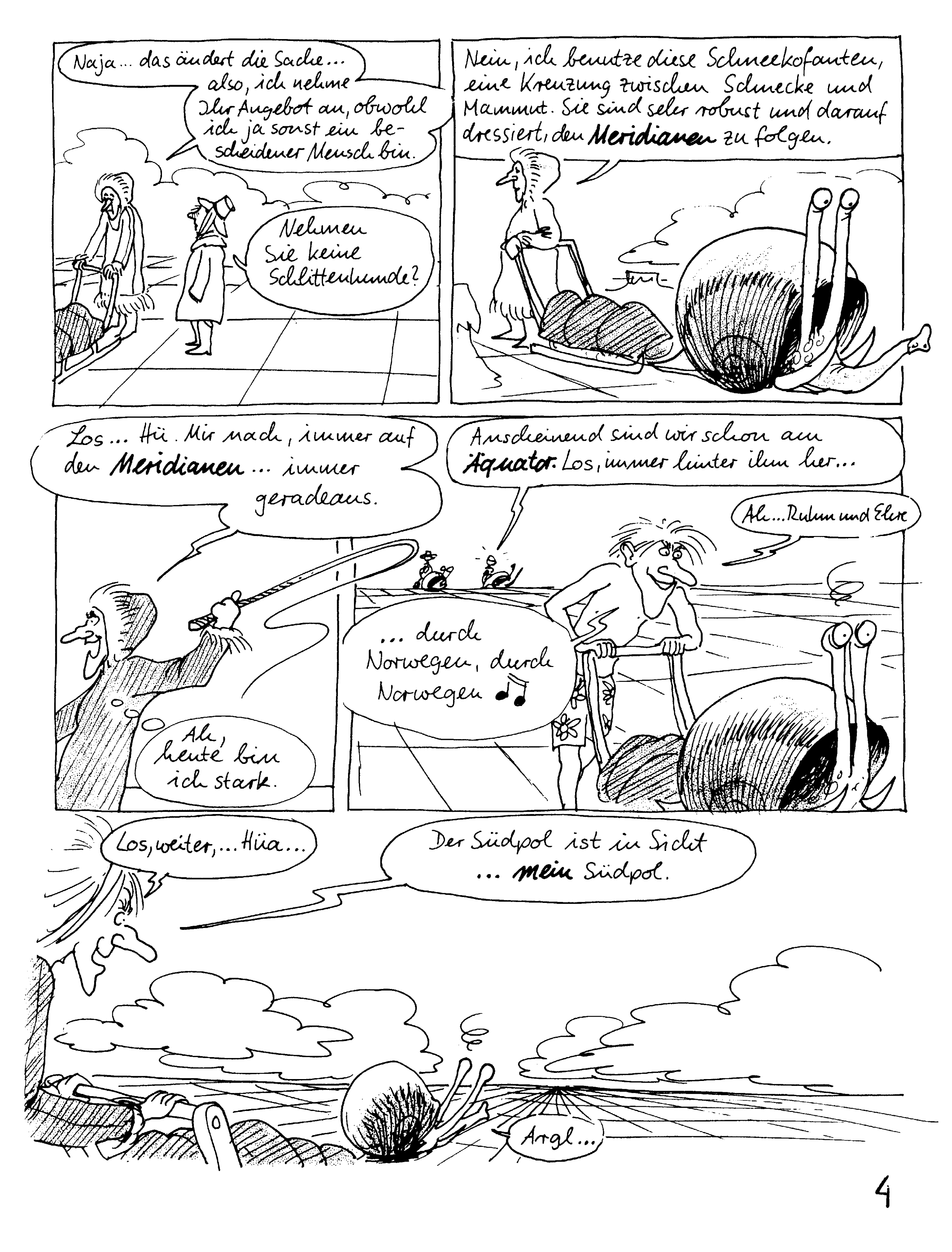
Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.



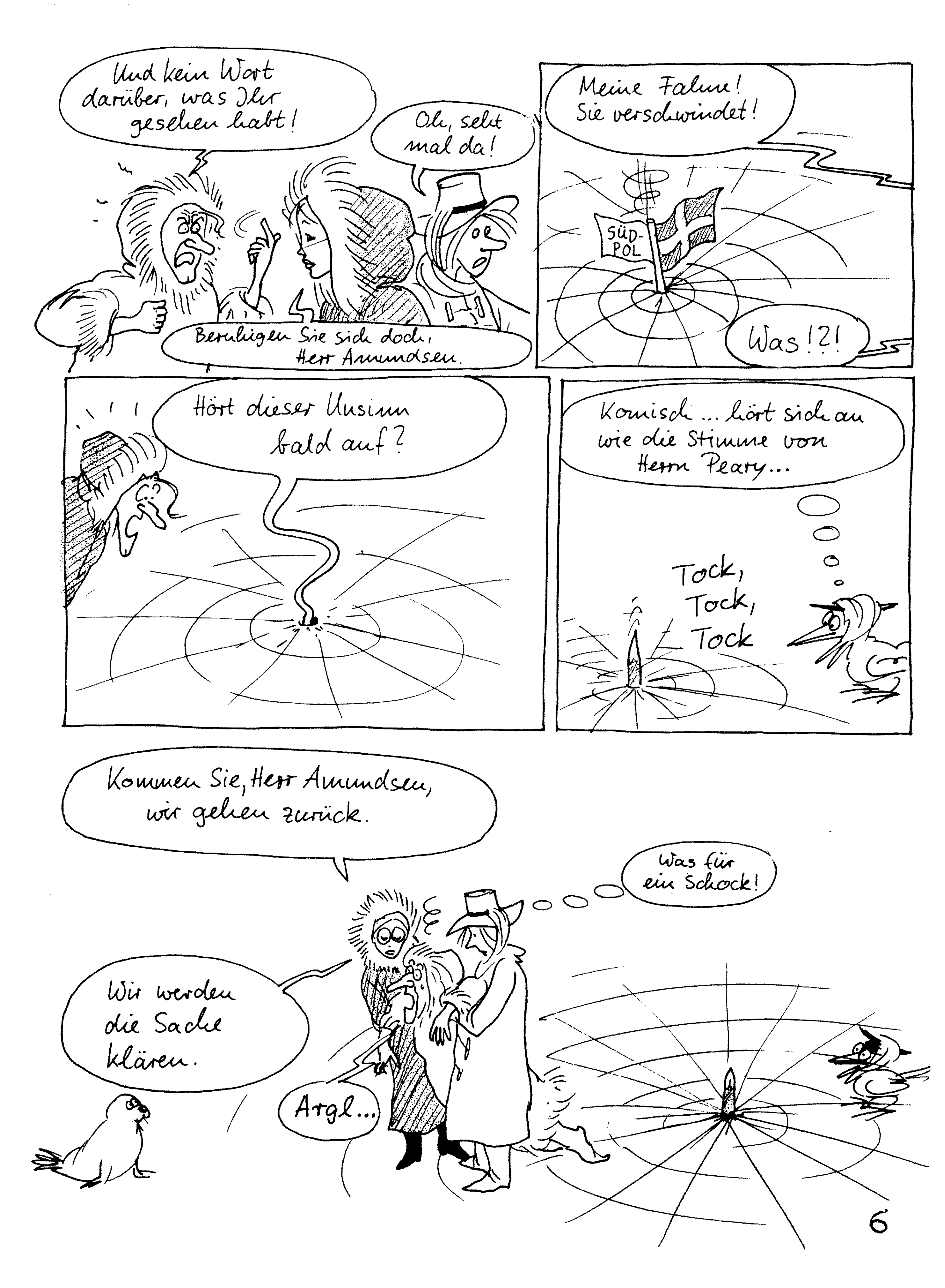

?!!
Schplopp
Uff!...
Um Gottes Willen, da kommt mein Mann!
Auszug aus einem Aufsatz über die „Nichttriviale Umkehrung des Torus" in den Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 20. Nov. 1978, von Jean-Pierre Petit.
Und in „Pour la Science", Januar 1979

DER PLANET OHNE SÜDPOL




Naja... das ändert die Sache... also, ich nehme Ihr Angebot an, obwohl ich ja sonst ein bescheidener Mensch bin.
Nehmen Sie keine Schlittenhunde?
Nein, ich benutze diese Schneekofanten, eine Kreuzung zwischen Schnecke und Mammut. Sie sind sehr robust und darauf dressiert, den **Meridianen** zu folgen.
Los... Hü. Mir nach, immer auf den **Meridianen**... immer geradeaus.
Ah, heute bin ich stark.
Anscheinend sind wir schon am **Äquator**. Los, immer hinter ihm her...
Ah... Ruhm und Ehre
... durch Norwegen, durch Norwegen
Los, weiter, ... Hüa...
Der Südpol ist in Sicht ... **mein** Südpol.
Argl...


Ich bin der erste.
Ruhm!
Nanu!? Was ist denn das??
Was soll denn das für ein Scherz sein?
He!
Sowas!
NORD-POL
Ahhrrr!
Krack
So! Hat noch jemand was zu bemerken?
SÜDPOL


Und kein Wort darüber, was Ihr gesehen habt!
Oh, seht mal da!
Beruhigen Sie sich doch, Herr Amundsen.
Meine Fahne! Sie verschwindet!
SÜD-POL
Was!?!
Hört dieser Unsinn bald auf?
Komisch ... hört sich an wie die Stimme von Herrn Peary...
Tock, Tock, Tock
Kommen Sie, Herr Amundsen, wir gehen zurück.
Was für ein Schock!
Wir werden die Sache klären.
Argl...


Wie steht's?
Er ist immer noch im Delirium; ich habe ihn angeschnallt.
Geräuschlos gleiten die Schneckofanten über den vereisten Meridian.
Na, schon wieder zurück?
NORD POL
Während Ihrer Abwesenheit ist etwas Merkwürdiges passiert. Meine Fahne ist plötzlich verschwunden und eine andere Fahne mit der Aufschrift „Südpol" ist aufgetaucht.
Das alles ist völlig unverständlich
Nein, wartet mal ... ist die Südpol-Fahne vielleicht mit der Spitze zuerst aufgetaucht?
Ja, richtig. Woher wissen Sie denn das?
Ich glaube, ich fange an zu verstehen.



Alles ist klar, wenn man annimmt, daß die Umgebung des Meridians, dem wir gefolgt sind eine einseitige Fläche (*) darstellt, ein Möbiusband (siehe „Das Geometrikon", S. 54)
POL
SÜD
EINE HALBE DREHUNG
Meinst Du etwa, der Südpol, wo wir vorhin waren, ist nichts weiter als die Rückseite des Nordpols?
Aber wo ist dann der richtige Südpol?
Das ist alles etwas verwirrend.
Nun, was ist los?
Wir haben angeblich den Südpol verloren.
Das ist der Gipfel!
Ich muß erstmal nachdenken.
Was erzählen die?
Sophie zufolge befinden wir uns auf einer Art Kugelfläche, die nur eine Seite hat.
Das entbehrt doch jeglicher Vernunft!
Na, wie gehts da unten?
Oh, weißt Du, auch nicht anders als hier oben.
(*) Ein Band, das man um eine halbe Drehung verdrillt und dann zusammenklebt, hat nur eine einzige Seite.
8

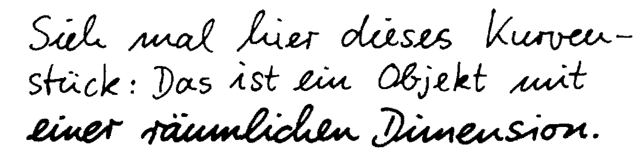
Wenn wir Herrn Amundsen aus seinem schlimmen Zustand befreien wollen, müssen wir vor allem versuchen zu verstehen, welche **Form** dieser merkwürdige Planet hat. Wir müssen einige Grundprinzipien der **Topologie** anwenden, indem wir jedes Objekt zerlegen in:

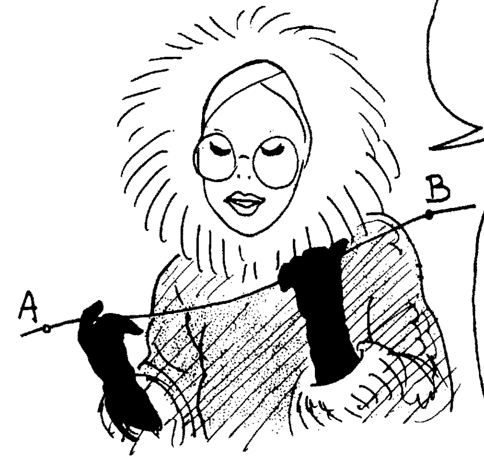
ZUSAMMENZIEHBARE ZELLEN

Das einzig unzerlegbare Objekt scheint der Punkt zu sein...

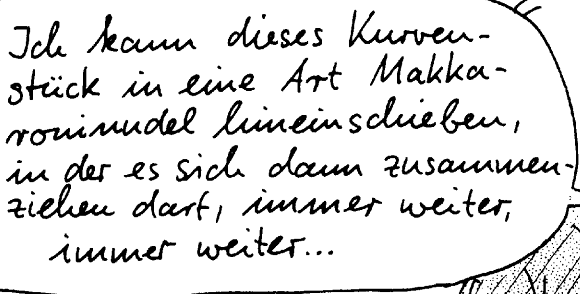
Aber was soll man mit einem Punkt austellen?

Ein Objekt kann als eine Menge von Punkten betrachtet werden. Es nimmt im Raum einen gewissen Platz ein. Wir nennen das Objekt zusammenziehbar, wenn es bis auf einen Punkt zusammenschrumpfen kann. Dabei dürfen aber alle seine Punkte nur den Raum durchlaufen, den das Objekt einnimmt.



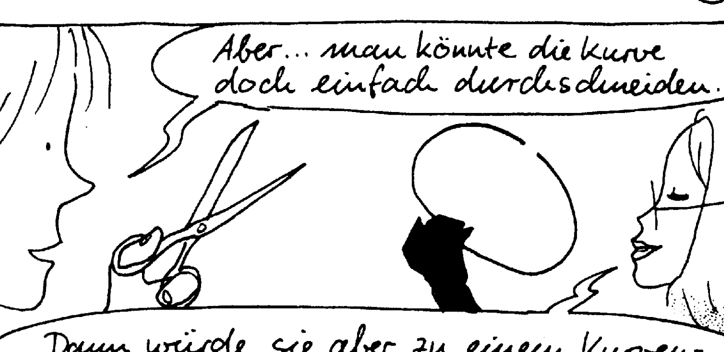


Aha. Die Position eines Punktes auf der Kurve kann mit Hilfe einer einzigen Zahl festgelegt werden: eine krummlinige Abszisse, oder die Länge eines Fadens, der von dem betrachteten Punkt bis zu einem Nullpunkt auf der Kurve reicht.



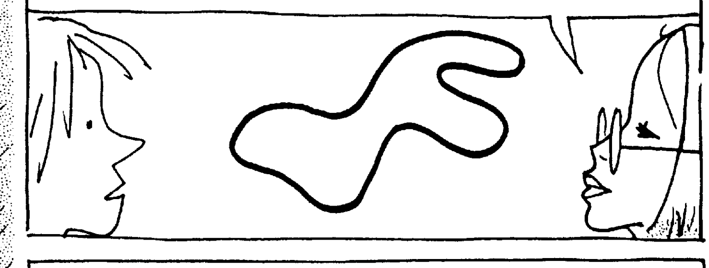




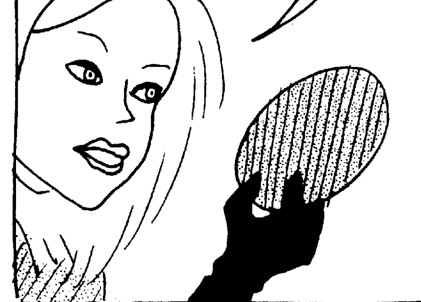




Ein **Kreis** ist also nicht **zusammenziehbar** - und das gilt auch für jede andere geschlossene Kurve, ob sie eben ist oder nicht.



Eine **Scheibe** dagegen, d. h. ein **Flächenelement**, ist zusammenziehbar.





(*) Siehe „**Das Geometrikon**" aus dieser Reihe.



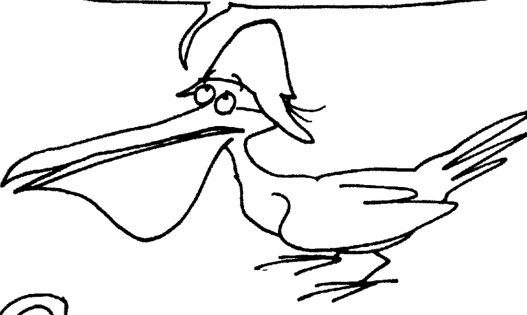
Gibt es denn auch „Volumen"-Objekte die nicht zusammenziehbar sind?
Natürlich, der „Volumentorus" zum Beispiel.
Ah ja! Wenn ich ihn nicht durchschneide, kann ich ihn höchstens zu einem Kreis zusammenziehen.
Der „Flächentorus" ist auch nicht zusammenziehbar.
Sag mal, was macht Ihr denn für Spielchen?
Lassen Sie doch!
Ich weiß nicht, ob Euch klar ist, daß wir es mit einem von der Starrsucht Befallenen zu tun haben.
Glaubt Ihr etwa, daß Ihr ihm mit Euren Haarspaltereien helft?
Seine **Geoneurose** ist geometrischen Ursprungs. Ein Heilmittel können wir nur finden, wenn wir unsere Vorstellungen von der Geometrie vertiefen.
Sein ganzes Trachten richtete sich auf die Entdeckung des **Südpols**, er hatte sich dieser Idee verschrieben auf persönlicher und auf sozialer Ebene.

Sein Mißgeschick hat ihn in eine Situation gebracht, der er nicht mehr gewachsen war.



Ja ja, eine totale Verunsicherung seines Ichs.

Das heißt, die einzige Lösung des Problems besteht darin, diesen verdammten Südpol zu finden.

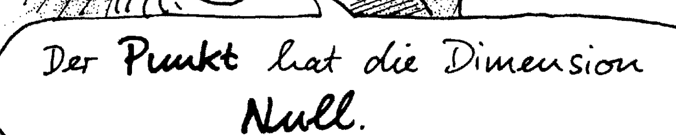


ZERLEGUNG IN ZELLEN

Jedes geometrische Objekt läßt sich in Elemente zerlegen, in **zusammenziehbare** Zellen jeder Dimension: **Punkte, Kurvenstücke, Flächen, Volumen, usw. ...**

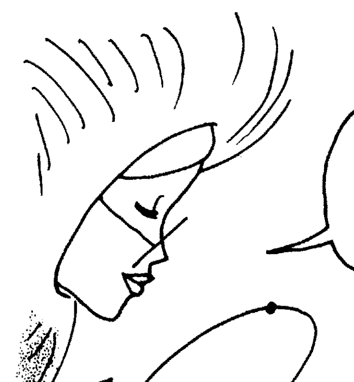


Welche Dimension hat denn der **Punkt**?

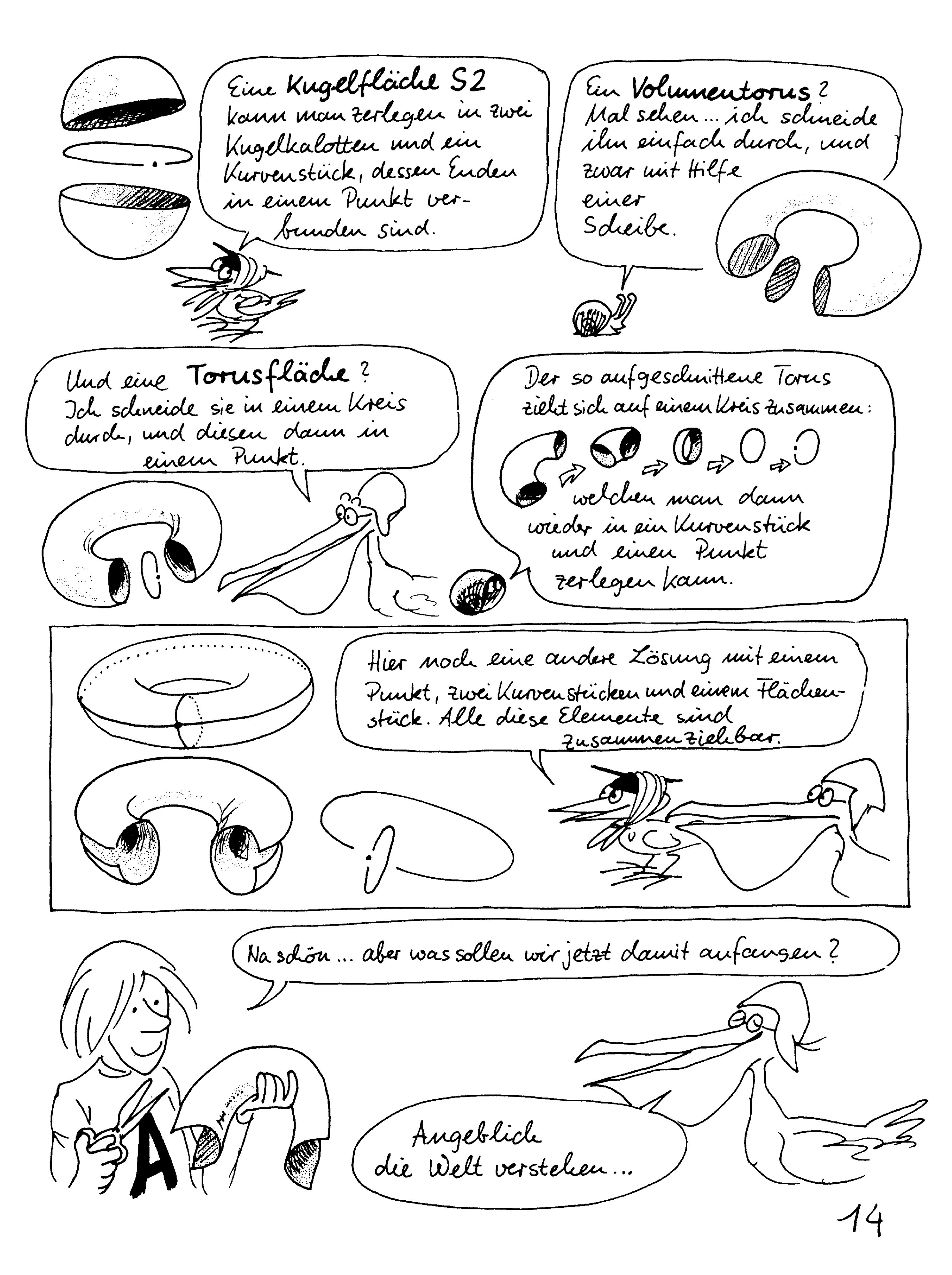


Der **Punkt** hat die Dimension **Null**.

Um zum Beispiel einen Kreis zu zerlegen, braucht man ihn nur aufzufassen als ein Kurvenstück, dessen Enden in einem **Punkt** miteinander verbunden sind. Wenn ich den Punkt wegnehme, bleibt das Kurvenstück übrig.



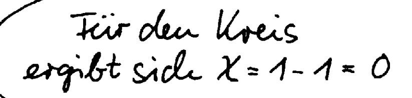




Eine Kugelfläche S2 kann man zerlegen in zwei Kugelkalotten und ein Kurvenstück, dessen Enden in einem Punkt verbunden sind.
Ein Volumentorus? Mal sehen... ich schneide ihn einfach durch, und zwar mit Hilfe einer Scheibe.
Und eine Torusfläche? Ich schneide sie in einem Kreis durch, und diesen dann in einem Punkt.
Der so aufgeschnittene Torus zieht sich auf einen Kreis zusammen:
welchen man dann wieder in ein Kurvenstück und einen Punkt zerlegen kann.
Hier noch eine andere Lösung mit einem Punkt, zwei Kurvenstücken und einem Flächenstück. Alle diese Elemente sind zusammenziehbar.
Na schön ... aber was sollen wir jetzt damit anfangen?
Angeblich die Welt verstehen...
A

DIE EULERSCHE CHARAKTERISTIK

Nachdem wir ein Objekt auf diese Art zerlegt haben, bilden wir eine Zahl χ: sie ist gleich der Zahl der Punkte minus der Zahl der Kurvenstücke plus der Zahl der zusammenziehbaren Flächenstücke minus der Zahl der zusammenziehbaren Volumen (*)! Man nennt diese Zahl die **Eulersche Charakteristik**.









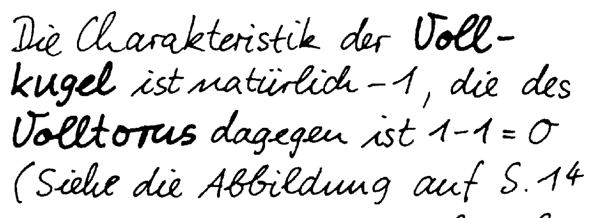
Und für die Kugelfläche $\chi = 1 - 1 + 2 = 2$

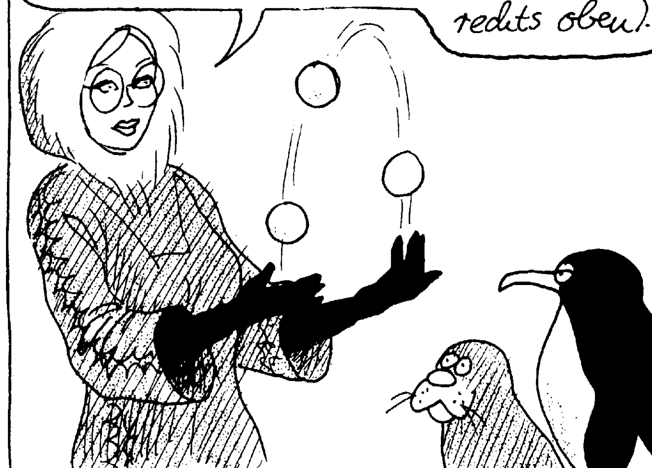
Ein Punkt, ein Kurvenstück, zwei Kalotten.



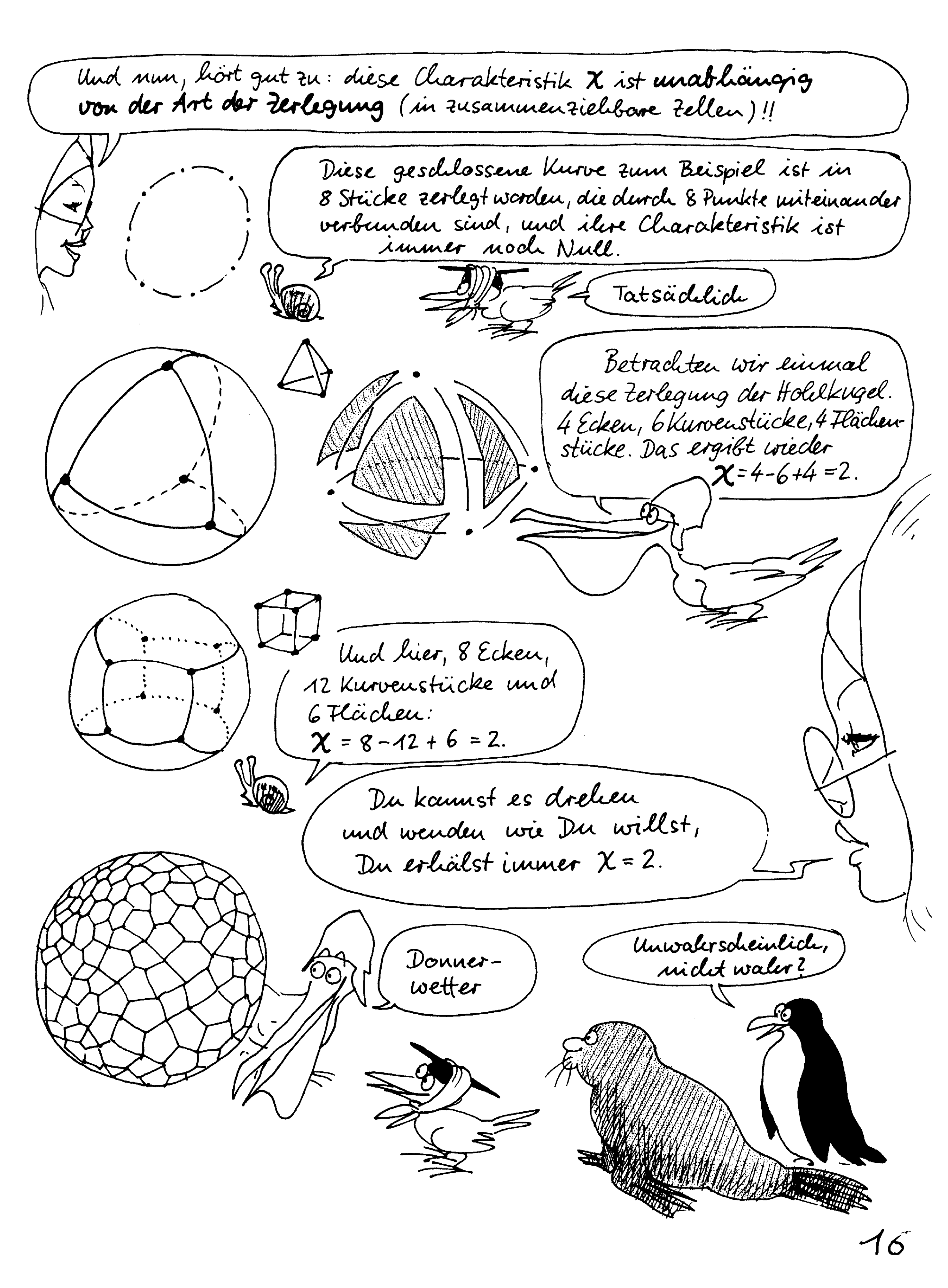
Wie sieht es bei der Torusfläche aus? ... ein Punkt, zwei Kurvenstücke, ein Flächenstück $\chi = 1 - 2 + 1 = 0$

Also alles zusammenziehbare Elemente.





(*) Diese Definition läßt sich leicht auf mehr als drei Dimensionen verallgemeinern (Summe mit alternierenden Vorzeichen).


Und nun, hört gut zu: diese Charakteristik χ ist unabhängig von der Art der Zerlegung (in zusammenziehbare Zellen)!!
Diese geschlossene Kurve zum Beispiel ist in 8 Stücke zerlegt worden, die durch 8 Punkte miteinander verbunden sind, und ihre Charakteristik ist immer noch Null.
Tatsächlich
Betrachten wir einmal diese Zerlegung der Hohlkugel. 4 Ecken, 6 Kurvenstücke, 4 Flächenstücke. Das ergibt wieder χ = 4 - 6 + 4 = 2.
Und hier, 8 Ecken, 12 Kurvenstücke und 6 Flächen: χ = 8 - 12 + 6 = 2.
Du kannst es drehen und wenden wie Du willst, Du erhälst immer χ = 2.
Donner-wetter
Unwahrscheinlich, nicht wahr?

Ein nützliches Theorem:
Wenn ein Objekt die Vereinigung von zwei anderen darstellt, so ist seine Charakteristik gleich der Summe der Charakteristiken der beiden Teilobjekte.

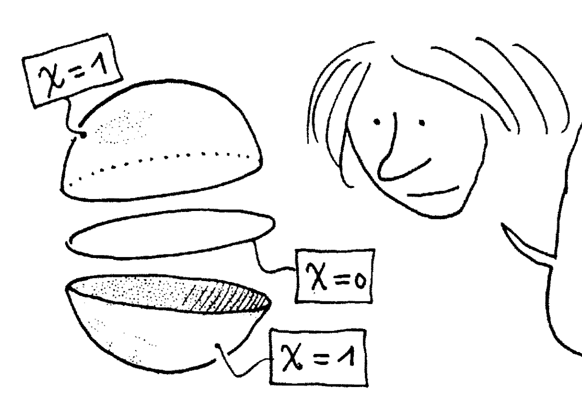
Die Direktion



* Eine Brotsorte aus Mittelfrankreich


Ganz und gar nicht! Die Hohl-Fougasse kann sich ja nicht auf eine Scheibe mit N Löchern zusammenziehen.
Pech gehabt ...
aus der Hohlkugel (Charakteristik 2) kann man den Hohltorus (Charakteristik Null) erhalten, wenn man einen Henkel anbringt. Das Hinzufügen eines Henkels vermindert also die Charakteristik einer Fläche um 2 Einheiten.
Die Charakteristik der Hohl-Fougasse ist also 2 minus zweimal die Zahl der Löcher!
Die Oberfläche eines Stücks Schweizer Käse mit N Löchern wird durch N Hohlkugeln plus die äußere „Kugel" gebildet. Seine Charakteristik ist also χ = 2 (1 + N)
Um dagegen einen Voll-Schweizer-Käse zu konstruieren, geht man von einer Vollkugel (χ = -1) aus, und man nimmt N-mal eine Vollkugel (χ = -1) und N-mal eine Hohlkugel (χ = 2) weg. Die Charakteristik des Voll-Schweizer-Käses ist also -(1 + N).
Glaubt Ihr, mit diesem Quatsch werden wir den armen Amundsen von seiner Geoneurose befreien?
18

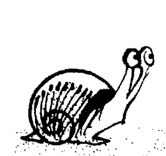
DIE WELT, IN DER WIR LEBEN

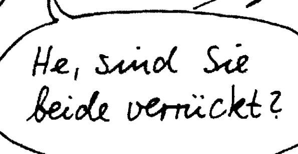


Die Charakteristik einer Hohlkugel **S2** kann man berechnen, indem man sie als die Vereinigung von zwei Halbkugeln und einem Äquator auffaßt, was den Wert $\chi = 1 + 1 + 0 = 2$ liefert.

Im **Geometrikon** hatten wir den Begriff der **Hyperkugel S3** vorgestellt: einen dreidimensionalen, in sich selbst geschlossenen Raum.

Wir berechnen jetzt die Charakteristik dieser Hyperkugel **S3**. Im **Geometrikon** hatten wir gesehen, daß ihr Äquator (*) eine Kugel **S2** ist, und deren Charakteristik ist 2.





Unsere Hyperkugel S3 wird also aus zwei zusammenziehbaren Volumen gebildet, von denen jedes −1 zur Charakteristik beiträgt.

He, sind Sie beide verrückt?

$\chi = -1 - 1 + 2 = 0$

Schnipp



(*) Er teilt das Objekt in zwei gleiche Teile.

Das heißt, die Charakteristik der Hyperkugel S3 ist Null!

Und nun eine Hyperkugel **S4**, mit vier Dimensionen.

Das heißt ein hypersphärischer Raum **S3**, der sich in der **Zeit** zyklisch entwickelt (*). Diese Hyperkugel **S4** hat als Äquator eine Hyperkugel **S3**, und die beiden Halbkugeln tragen zur Charakteristik je 1 bei.

Die Charakteristik dieser Raum-Zeit, oder dieser Hyperkugel **S4**, ist also wieder $1 + 1 + 0 = 2$.

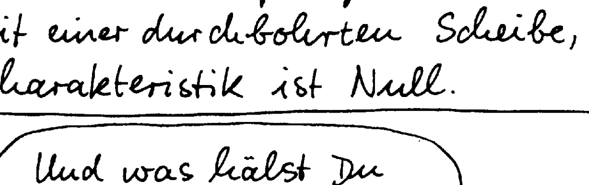
Wenn Du eine fünfdimensionale Hyperkugel **S5** nimmst, bekommst Du wieder die Charakteristik Null – und der Äquator ist eine Hyperkugel **S4**.

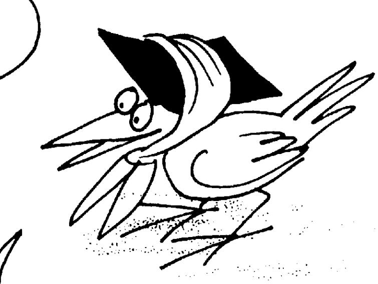
... und so weiter. Die Eulersche Charakteristik einer Hyperkugel S_N ist **2**, wenn **N Gerade** ist, und **0**, wenn **N Ungerade** ist.

Hört mal, wenn das so weiter geht, gehts mir bald wie Amundsen.

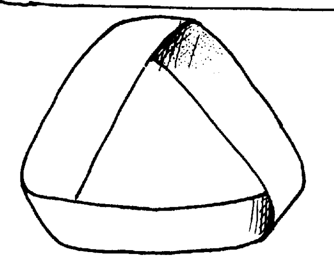
(*) Siehe „**Der Urknall**" in dieser Reihe, S. 64.

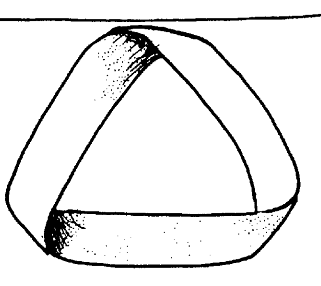

Mit der Eulerschen Charakteristik haben wir jetzt etwas Ordnung in diesen Dschungel geometrischer Objekte gebracht.
Dieses Zylinderstück ist topologisch identisch mit einer durchbohrten Scheibe, und seine Charakteristik ist Null.




Und was hälst Du von diesem Objekt?
Das ist ein **Möbiusband**, es hat nur eine einzige Seite. Da man ihm weder eine **Vorder**- noch eine **Rückseite** zuordnen kann, sagt man es ist **nichtorientierbar**.

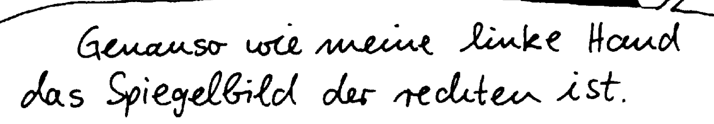

Jedes Band, das um eine **ungerade** Zahl von **halben Drehungen** verdrillt ist, ist **nicht-orientierbar**. Aber diese beiden Bänder hier sehen doch irgendwie verschieden aus... .



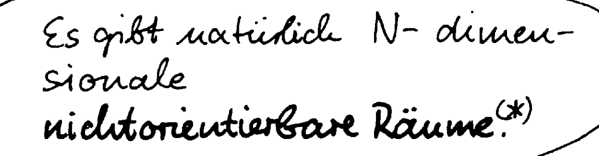




Sie sind nicht in derselben **Richtung verdrillt**. Das eine Band ist das Spiegelbild des anderen; man sagt, sie sind **enantiomorph**.



Alle solchen Bänder, die sich zu einer geschlossenen Kurve zusammenziehen können, haben eine Charakteristik **0**.

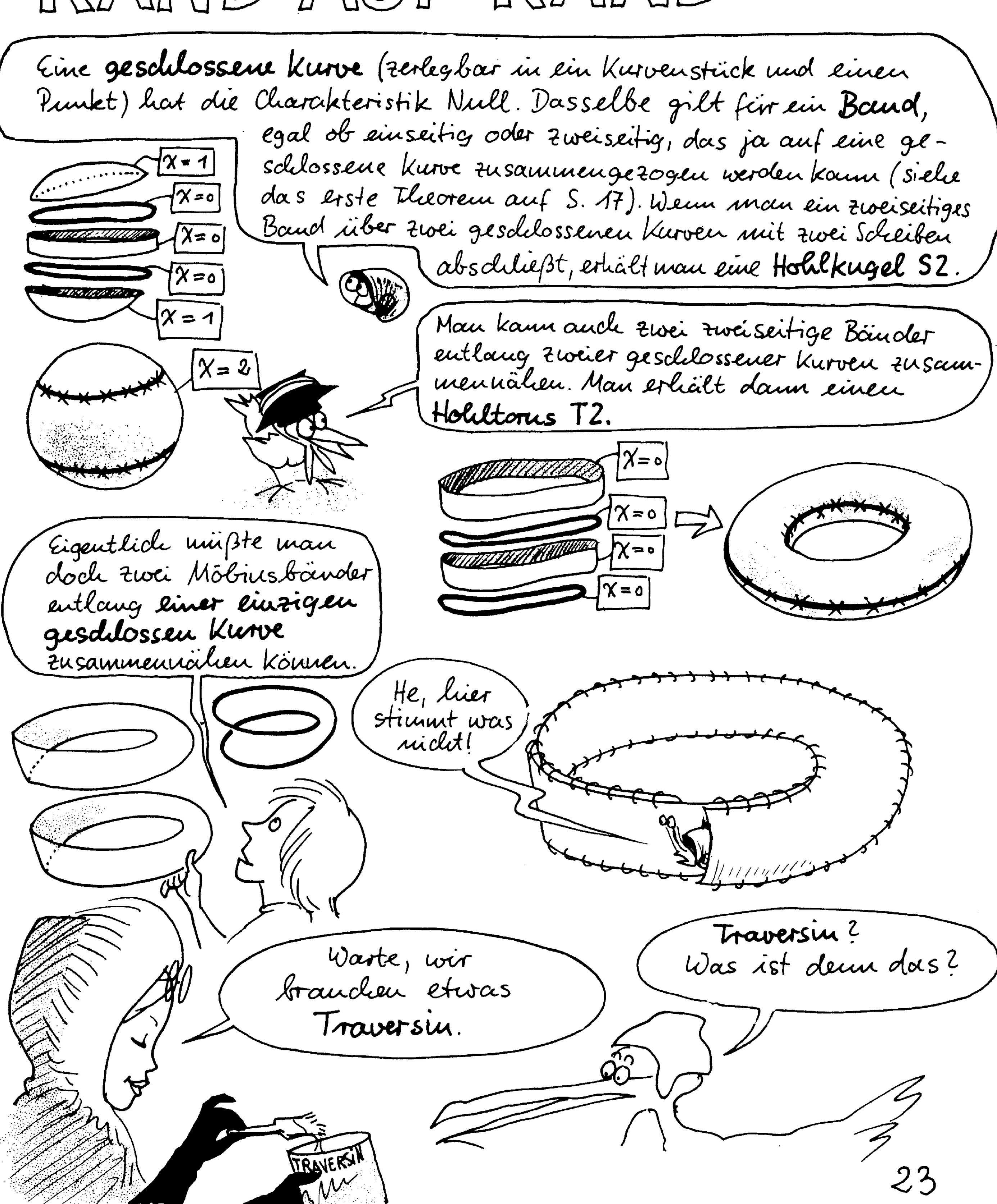


Ein **Möbiusband** ist eine **nichtorientierbare** Fläche mit einem **Rand**. Gibt es denn auch **nichtorientierbare Flächen ohne Rand**, also Flächen, die **in sich geschlossen** sind?

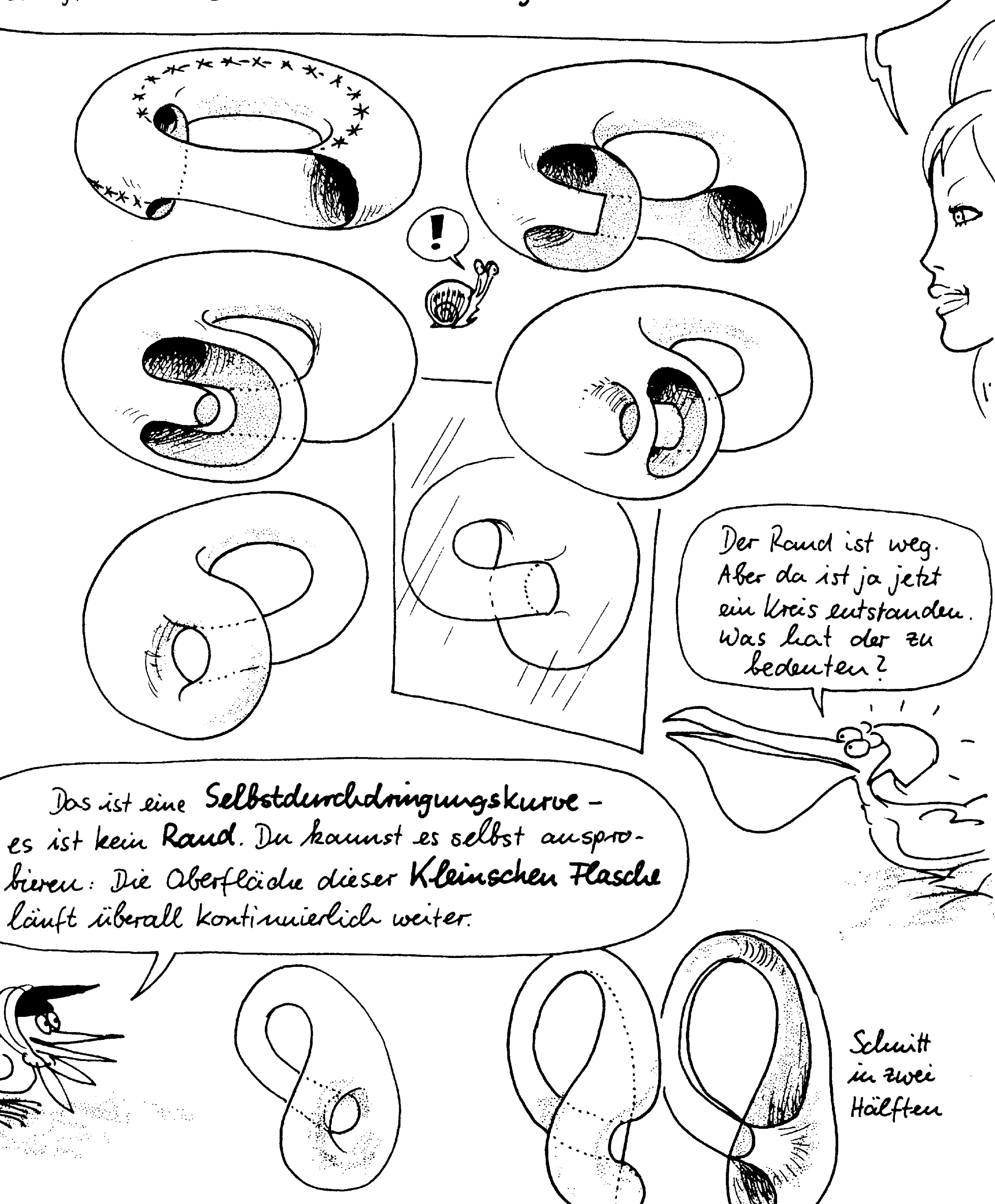
Antwort im nächsten Kapitel.

(*) Siehe „**Das Geometrikon**", S. 59

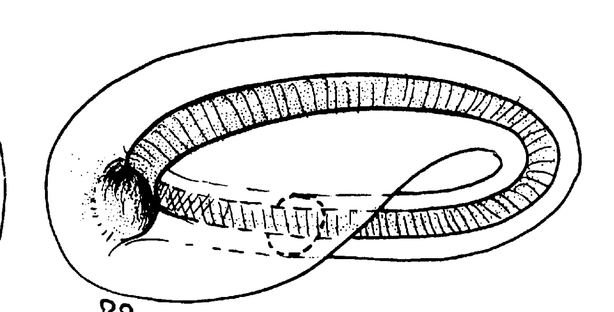
RAND AUF RAND

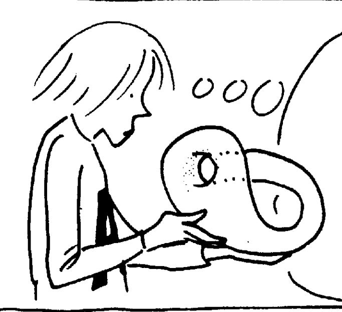


Wenn man eine Schale mit Traversin bestreicht, beginnt diese von den **Rändern** aus zu wachsen, und zwar so, daß sie schließlich eine geschlossene Fläche bildet. Dabei hat sie die Fähigkeit **sich selbst zu durchdringen**!



Ihre Charakteristik ist Null - sie wurde aus zwei Möbiusbändern ($\chi = 0$) und einer geschlossenen Kurve ($\chi = 0$) hergestellt. Man erkennt hier übrigens ohne Schwierigkeiten eines der Bänder wieder.





Natürlich! Sobald man auf einer Fläche ein Möbiusband findet, ist man sicher, daß die Fläche nur eine Seite hat.

Übrigens, Tiresias, meinen Sie nicht, man könnte zufälligerweise ein Möbiusband auf Ihrem Schneckenhaus finden?



Mi!

Fangt nur nicht schon wieder an!

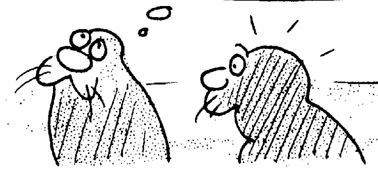


Eine komische Fläche...



Du kanntest eben bisher nur Flächen, die sich nicht selbst durchdringen: die **Kugel** oder den **Torus**, in ihrer Standardform. Flächen, die sich in unserem Raum selbst durchdringen nennt man **Einbettungen**.

Einbettungen?

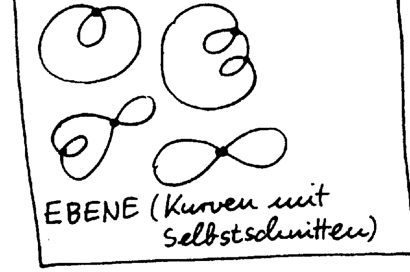


EINBETTUNGEN

Eine geschlossene Kurve ist eine eindimensionale geometrische Figur – ohne Hindernisse auf ihrem Weg. Ihre einzige Eigenschaft ist die, weder Anfang noch Ende zu haben. Nun gibt es unendlich viele Arten, sie in einer Ebene auszubreiten.



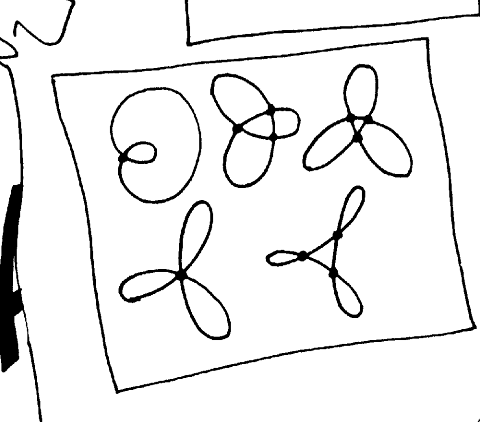
EBENE (einfache Kurven)



Eine geschlossene Kurve, die sich selbst nicht schneidet, nennt man auch eine **Jordan**-Kurve.

Ich nehme an, daß man diese Kurven durch die Zahl ihrer Schnittpunkte charakterisieren kann.

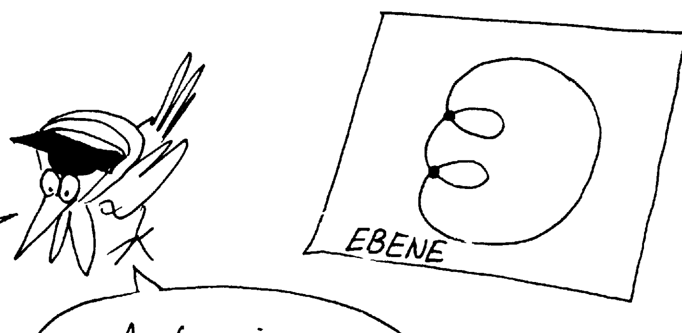
Nein! Ich kann nämlich **Paare von Schnittpunkten** durch kontinuierliches Deformieren erzeugen oder zum Verschwinden bringen. Was dagegen invariant bleibt ist **die Zahl der Drehungen**.



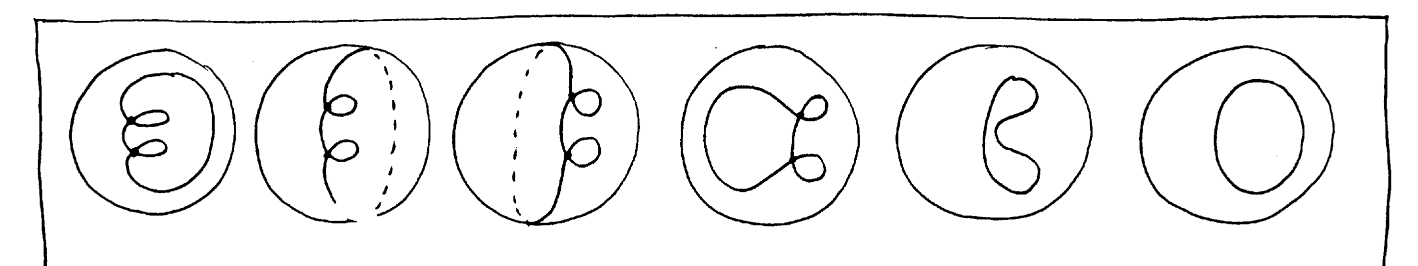
Sieh mal her: Dieser Vektor soll immer tangential zur Kurve sein.


I
II
III
In der Ebene kann ich durch kontinuierliche Verformung (ohne eine Linie zu durchtrennen) von Kurve I zu Kurve III gelangen. Die Gesamtrotation des Pfeils beim Durchlaufen aller drei Kurven ist aber dieselbe, nämlich 360°.
Man nennt das eine reguläre Homotopie in der Ebene. Bei ihr bleibt die Zahl der Drehungen des Tangentenpfeils erhalten.
Ich habe alles versucht. Eine Acht läßt sich anscheinend nicht in einen Kreis verwandeln!...
Das ist doch ganz normal! Der Pfeil macht nicht dieselbe Zahl von Drehungen. Bei der Acht ist die Gesamtrotation Null.
Respektiert man die Regeln über die Verformung von geschlossenen Kurven, die innerhalb einer Fläche liegen, so gibt es Dinge, die möglich sind, und andere die völlig unmöglich sind.
Gar nicht einfach!

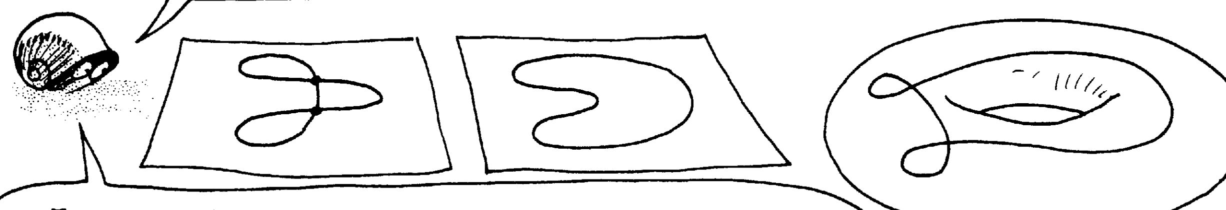
Es hängt aber noch von dem **Raum** ab, in dem das Objekt dargestellt ist. Sehen Sie sich diese Kurve an. In einer **Ebene** ist es unmöglich, die beiden Schnittpunkte wegzubringen.



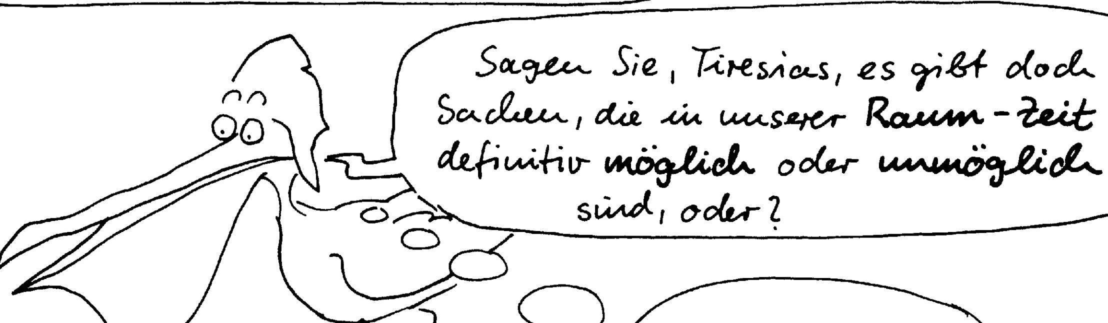
Auf einer **Kugel** dagegen:



So kommt es, das gewisse Dinge in einem **Darstellungsraum** (hier in der Ebene) unmöglich, in einem Raum mit einer anderen Topologie dagegen möglich sind.



In der Ebene läßt sich diese Kurve leicht entknoten. Es ist aber unmöglich, wenn sie auf einem Torus dargestellt ist.

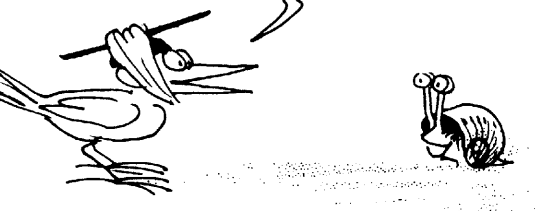




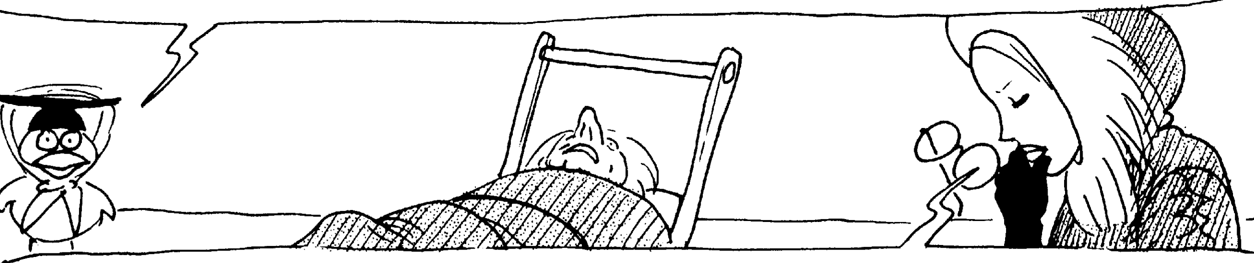
Angstzustände ...


Kennen Sie denn die Topologie unserer Raum-Zeit?
Äh... eigentlich nicht...
Wir leben in einer Scheinwelt... und vielleicht nicht mal das...
Die Kreuzungspunkte einer geschlossenen Kurve rühren von der Darstellung der Kurve in einer Fläche her. Das zweidimensionale Bild ist aber nur eine Projektion.
In Wirklichkeit geht es hier aber nur um ein einziges Objekt: die **geschlossene Kurve**, ein **eindimensionales Gebilde**.
In einem vierdimensionalen Darstellungsraum durchschneidet sich die **Kleinsche** Flasche nicht mehr selbst!
Soll das heißen, ich kann **alles** machen, wenn ich nur den Darstellungsraum richtig wähle? Zum Beispiel eine Kleinsche Flasche in eine Kugel verwandeln?
Nein, es gibt Eigenschaften die **unabhängig vom Darstellungsraum** sind.

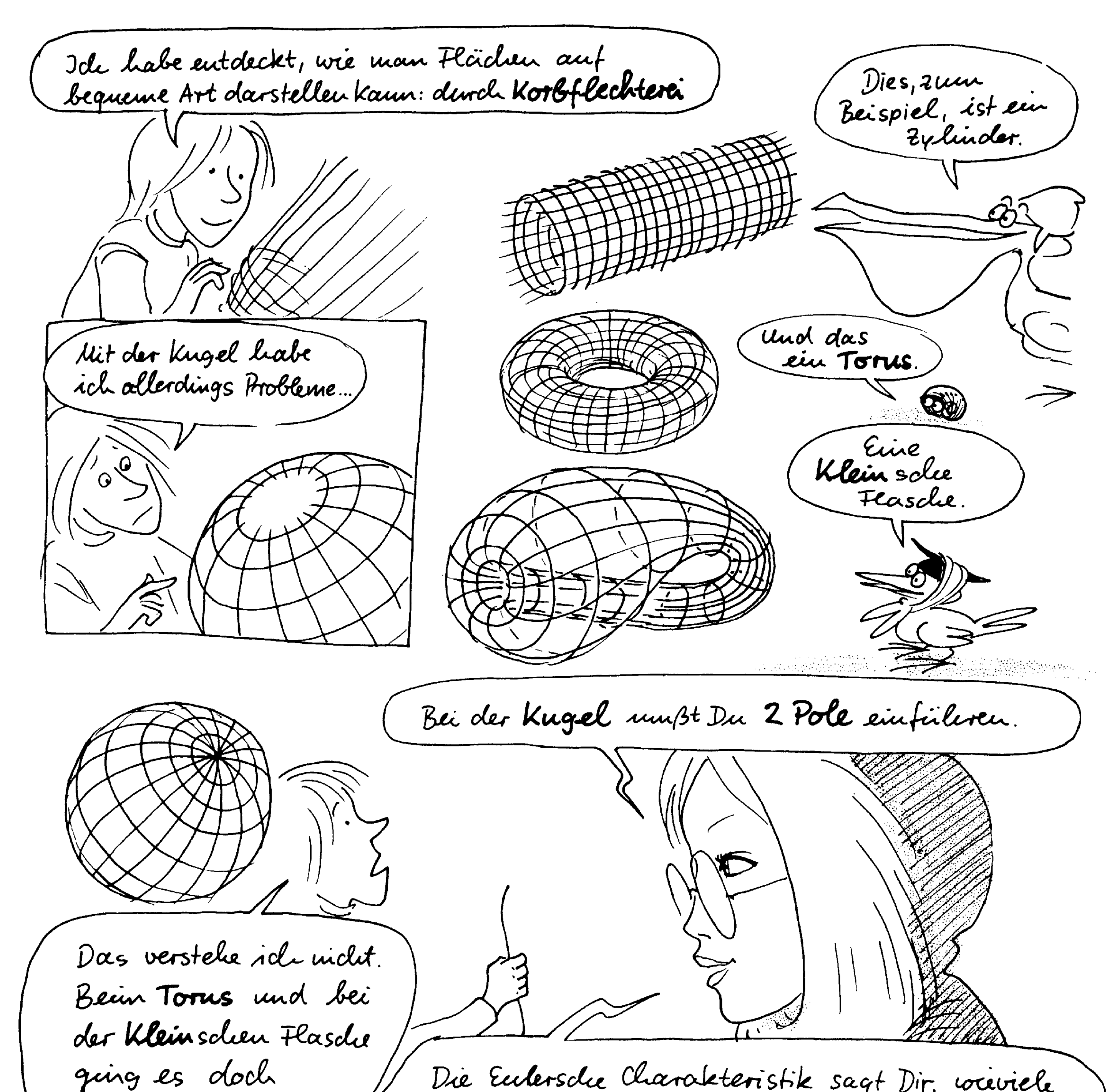
DIE TOPOLOGIE







LINIENNETZE



Natürlich kann dieses Konzept auf 3-, 4-, ... N-dimensionale **Hyperflächen** ausgedehnt werden.

Wenn **Friedmann**'s zyklisches Modell(*) richtig ist, ist das Universum eine Hyperfläche **S4**. Ich kann mir zwar vorstellen, wie man einen dreidimensionalen Raum mit Würfeln **pflastern** kann - aber einen vierdimensionalen Raum?

Ganz einfach! Du pflasterst mit **Hyperwürfeln**.

Hyperwürfel? So, so...

Moment mal ... die Charakteristik einer Hyperkugel **S4** ist **2**. Unsere Raum-Zeit müßte also eine Art Singularität haben, einen Pol.

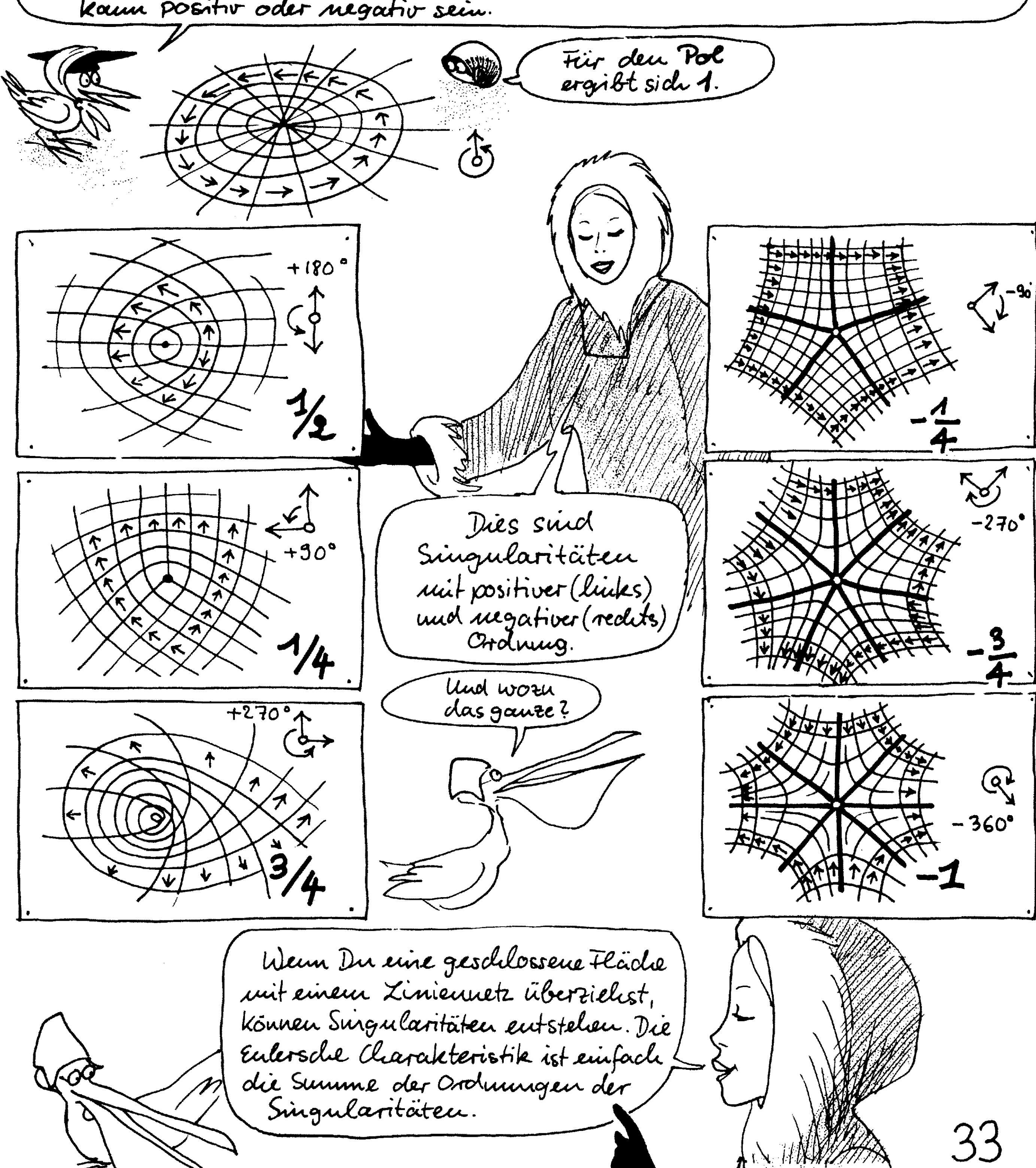
Natürlich. Was sonst wäre denn der **Urknall**!

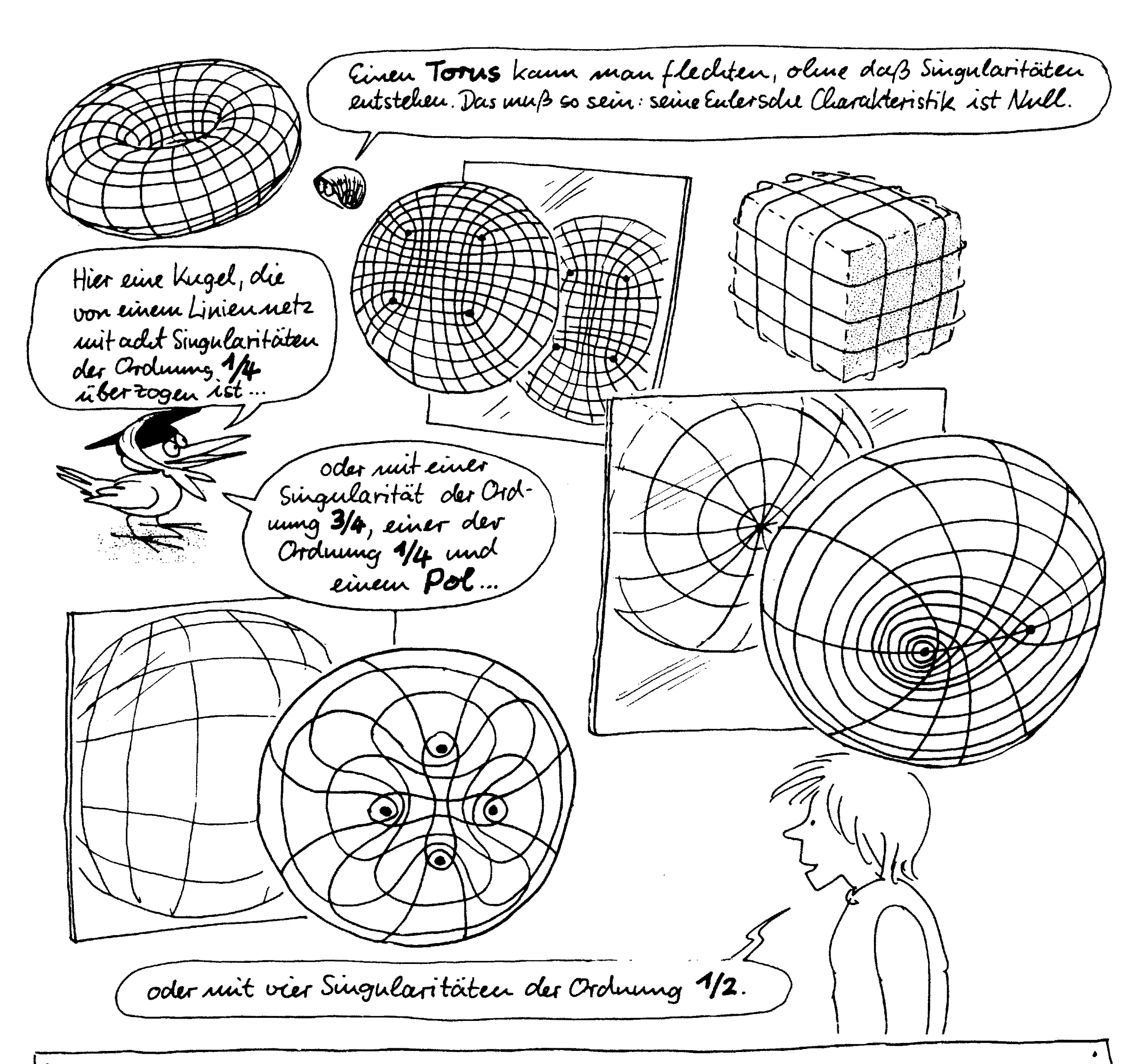
So gestatten rein geometrische Überlegungen, auf einen der phantastischsten Aspekte der Weltgeschichte zu schließen.

(*) Siehe „**Der Urknall**" in dieser Reihe.

SINGULARITÄTEN

Die Ordnung der Singularität eines Liniennetzes ist gleich dem Winkel, um den sich der Pfeil dreht, geteilt durch 360° (2π). Dieser Winkel kann positiv oder negativ sein.

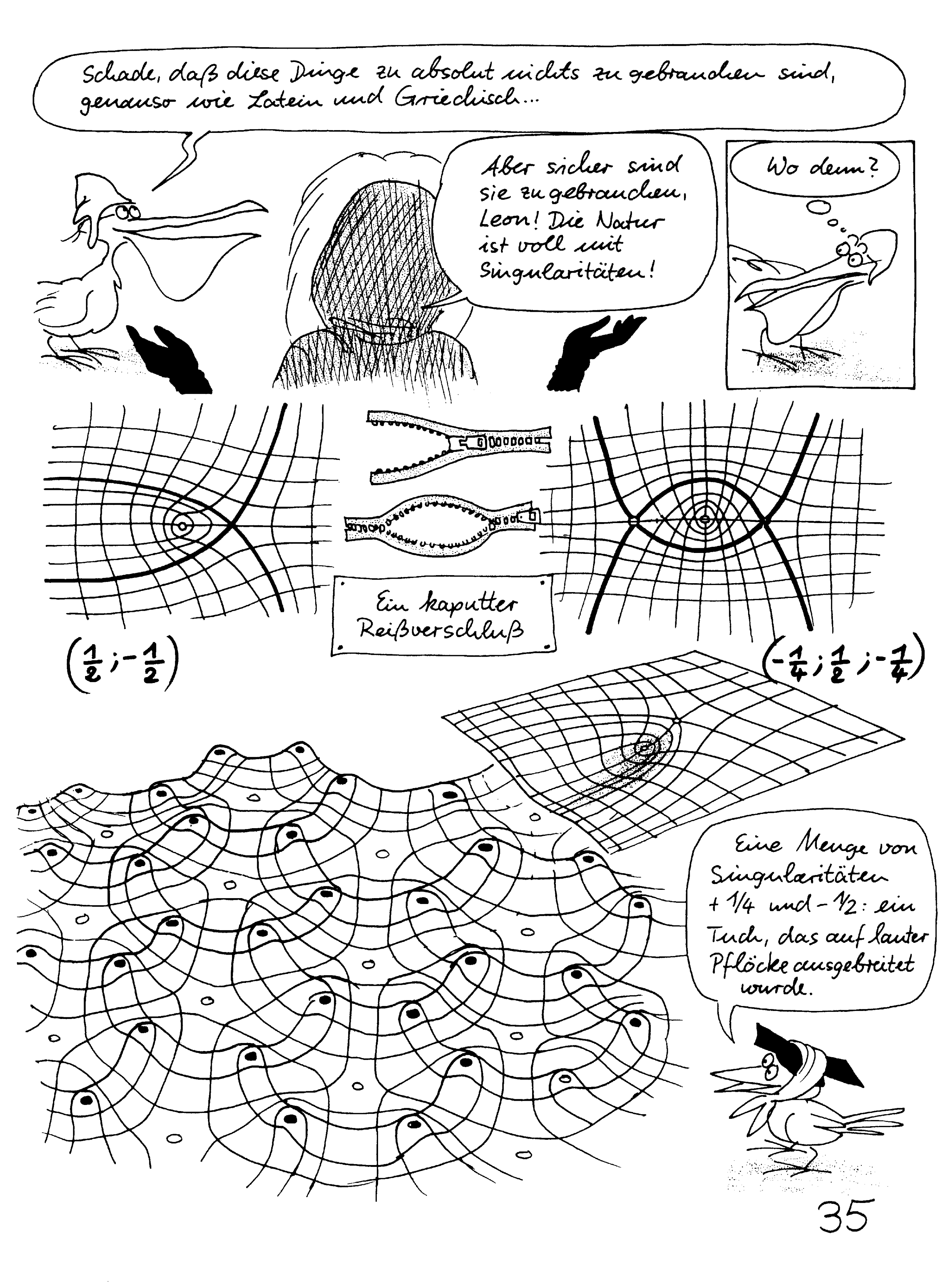


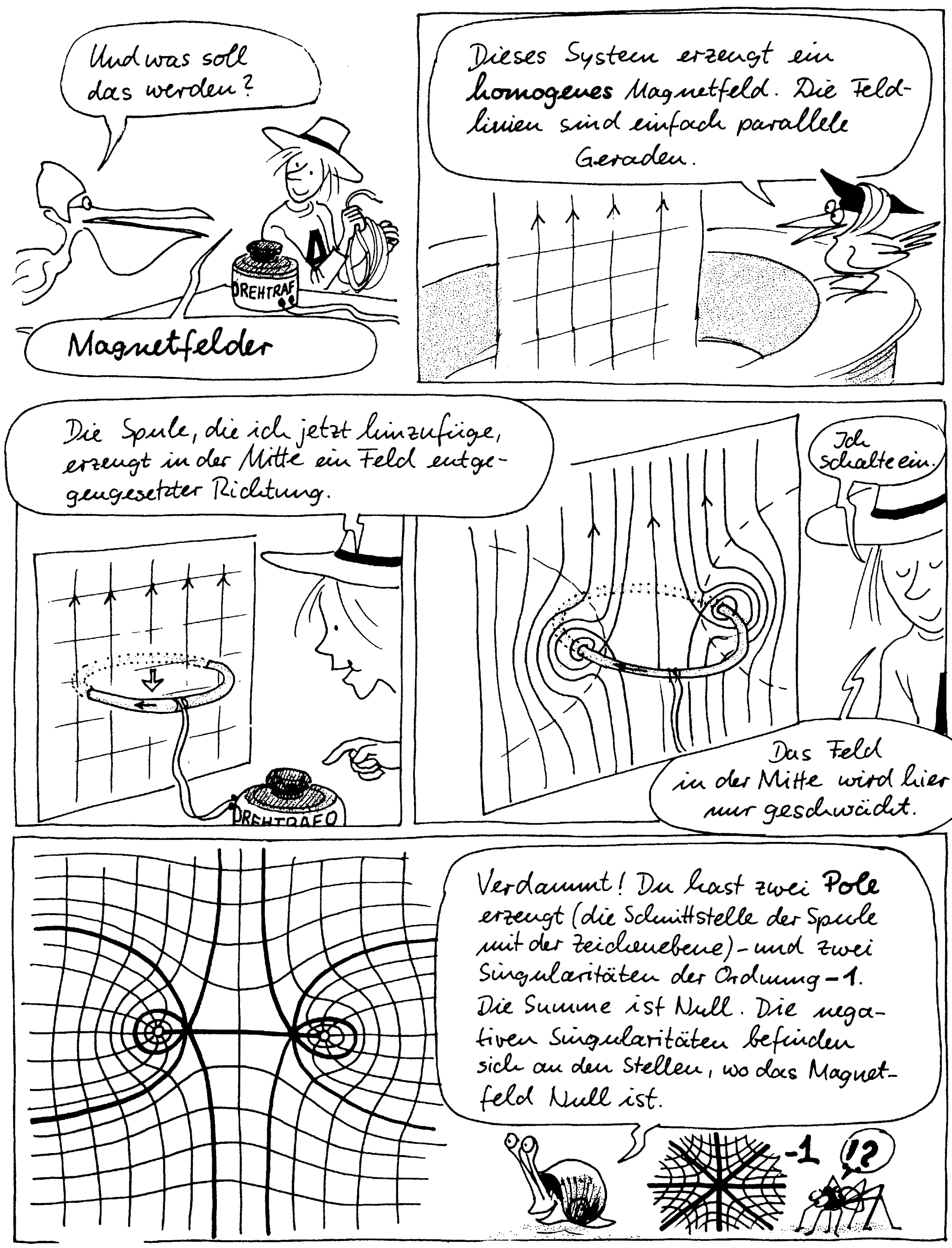


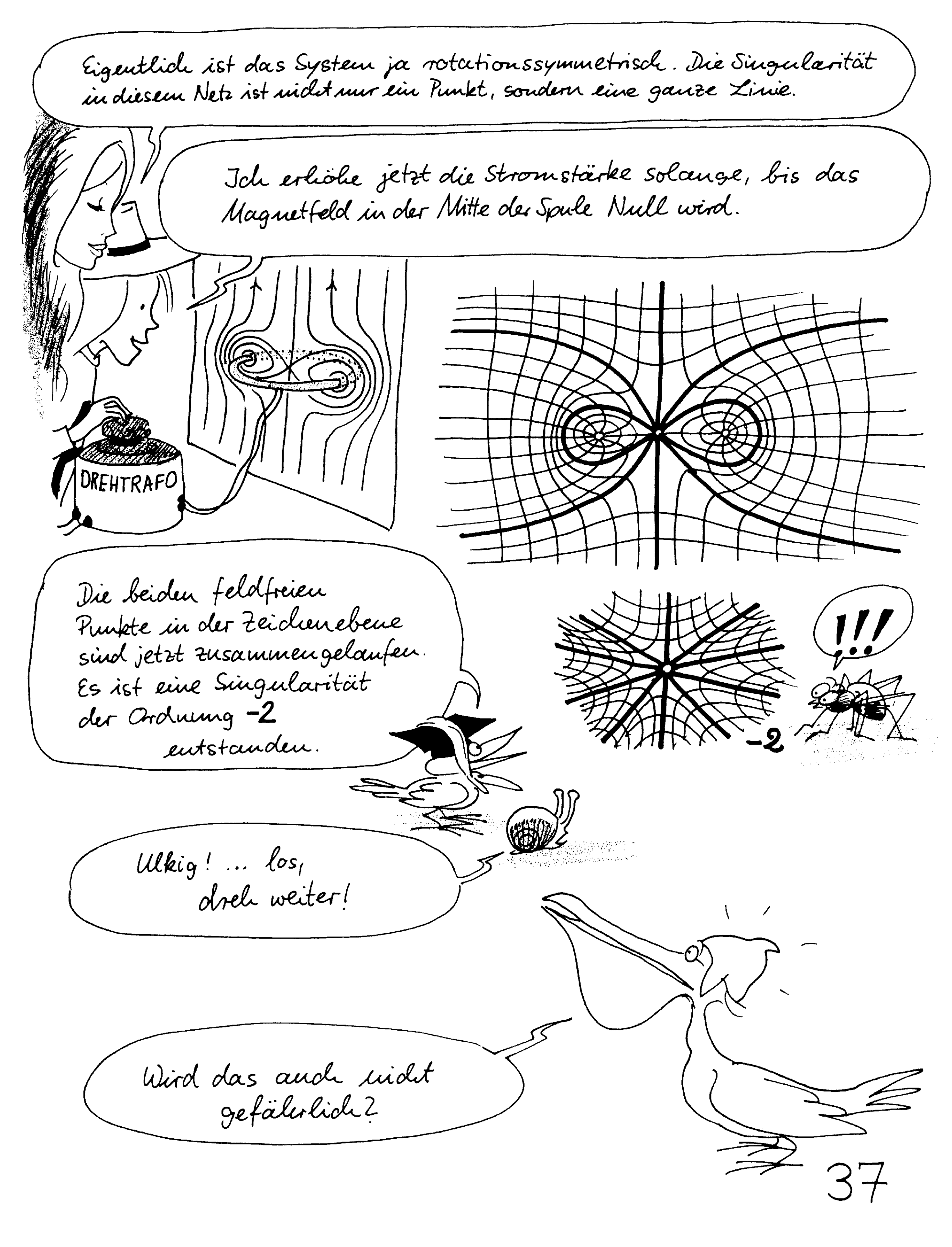
Bemerkung:

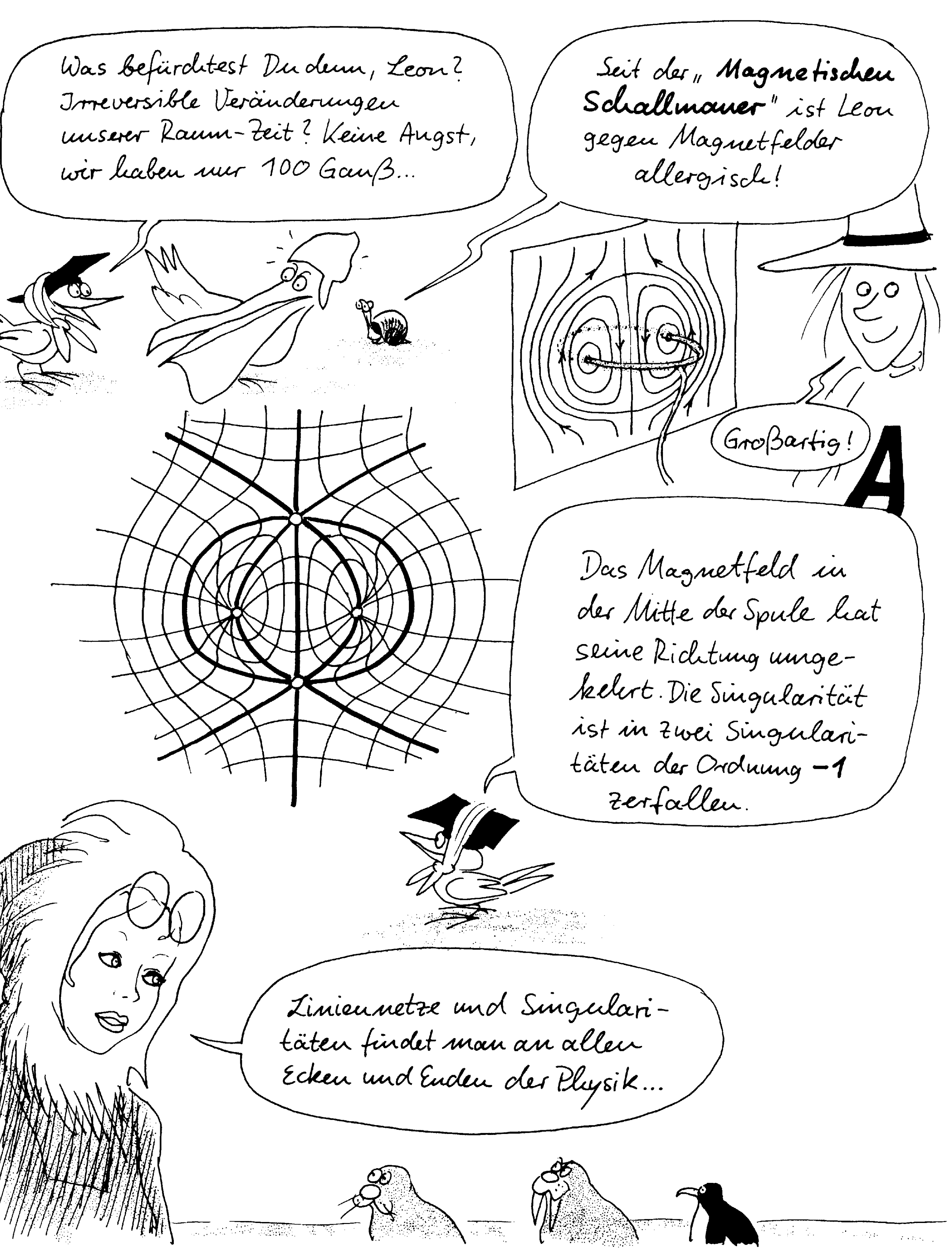
Wer „**Das schwarze Loch**" in dieser Reihe kennt, hat sicher die Ähnlichkeit bemerkt zwischen den Zeichnungen der Singularitäten von Liniennetzen und dem was sich im **Schwarzen Loch** auf die **Posikone**, **Negakone** und die Krümmung bezog. Alle diese Begriffe hängen eng miteinander zusammen. Die **Gesamtkrümmung** einer Fläche, die in unserem dreidimensionalen Raum dargestellt ist, ist nämlich gleich der Eulerschen Charakteristik, multipliziert mit 360° (oder 2π).

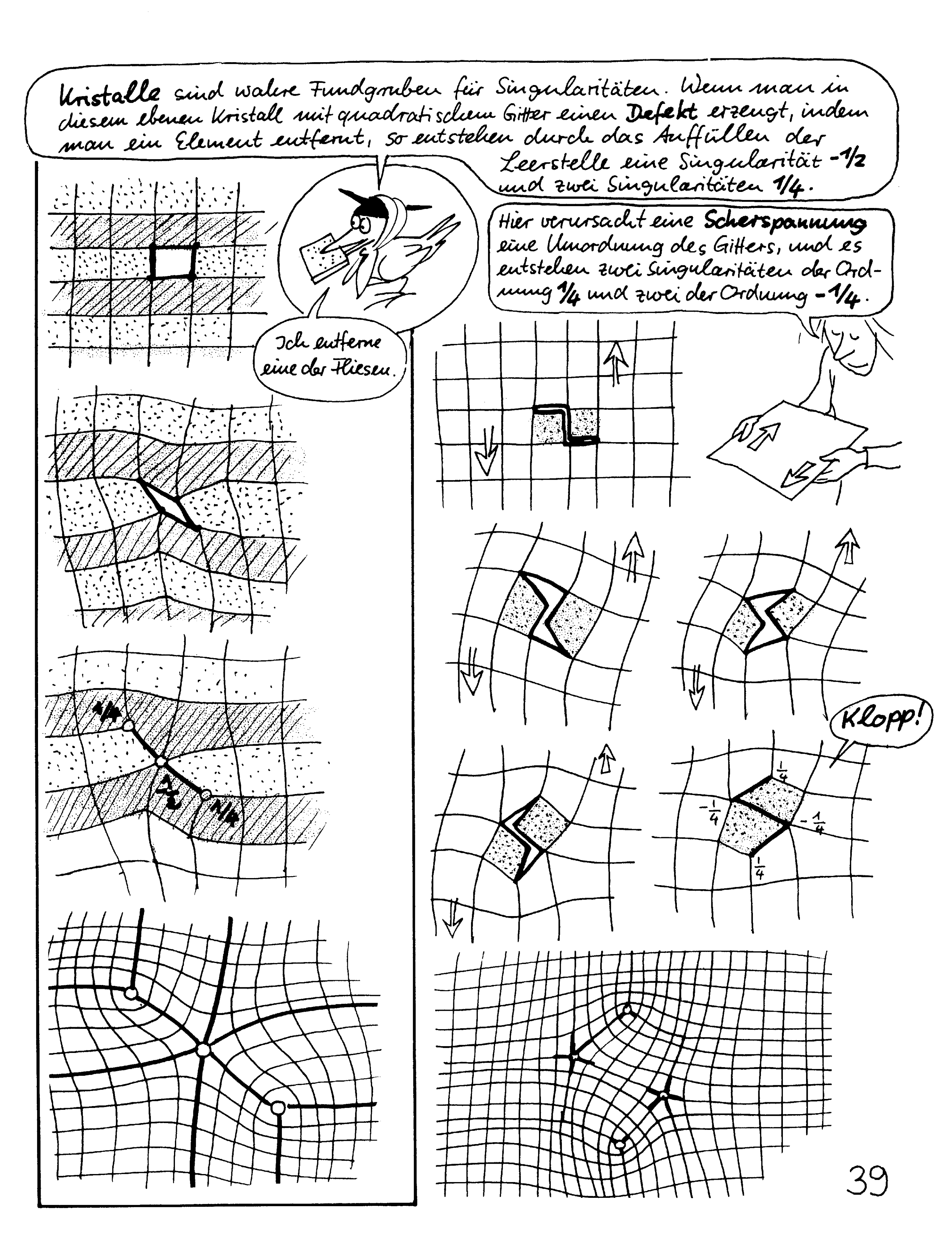
Die Direktion

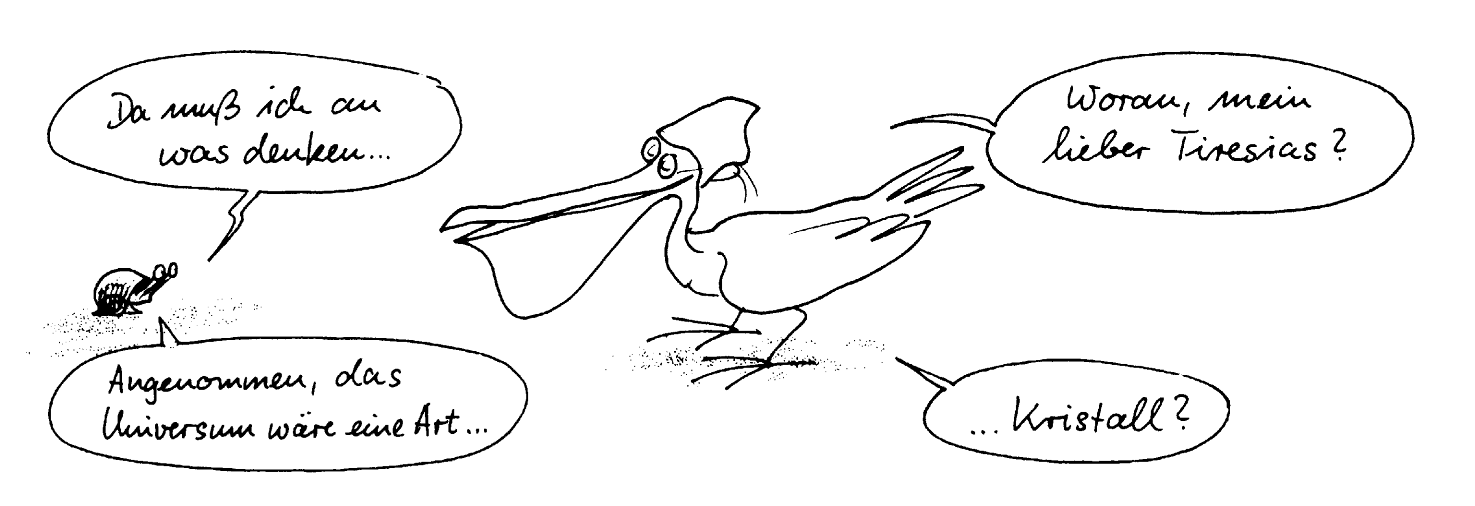

Schade, daß diese Dinge zu absolut nichts zu gebrauchen sind, genauso wie Latein und Griechisch...
Aber sicher sind sie zu gebrauchen, Leon! Die Natur ist voll mit Singularitäten!
Wo denn?
Ein kaputter Reißverschluß
$\left(\frac{1}{2};-\frac{1}{2}\right)$
$\left(-\frac{1}{4};\frac{1}{2};-\frac{1}{4}\right)$
Eine Menge von Singularitäten +1/4 und −1/2: ein Tuch, das auf lauter Pflöcke ausgebreitet wurde.


Und was soll das werden?
DREHTRAF
Magnetfelder
Dieses System erzeugt ein homogenes Magnetfeld. Die Feldlinien sind einfach parallele Geraden.
Die Spule, die ich jetzt hinzufüge, erzeugt in der Mitte ein Feld entgegengesetzter Richtung.
Ich schalte ein.
DREHTRAFO
Das Feld in der Mitte wird hier nur geschwächt.
Verdammt! Du hast zwei Pole erzeugt (die Schnittstelle der Spule mit der Zeichenebene) - und zwei Singularitäten der Ordnung -1. Die Summe ist Null. Die negativen Singularitäten befinden sich an den Stellen, wo das Magnetfeld Null ist.
-1
!?


Eigentlich ist das System ja rotationssymmetrisch. Die Singularität in diesem Netz ist nicht nur ein Punkt, sondern eine ganze Linie.
Ich erhöhe jetzt die Stromstärke solange, bis das Magnetfeld in der Mitte der Spule Null wird.
DREHTRAFO
Die beiden feldfreien Punkte in der Zeichenebene sind jetzt zusammengelaufen. Es ist eine Singularität der Ordnung -2 entstanden.
!!!
-2
Ulkig! ... los, dreh weiter!
Wird das auch nicht gefährlich?


Was befürchtest Du denn, Leon? Irreversible Veränderungen unserer Raum-Zeit? Keine Angst, wir haben nur 100 Gauß...
Seit der „Magnetischen Schallmauer" ist Leon gegen Magnetfelder allergisch!
Großartig!
A
Das Magnetfeld in der Mitte der Spule hat seine Richtung umgekehrt. Die Singularität ist in zwei Singularitäten der Ordnung −1 zerfallen.
Liniennetze und Singularitäten findet man an allen Ecken und Enden der Physik...


Kristalle sind wahre Fundgruben für Singularitäten. Wenn man in diesem ebenen Kristall mit quadratischem Gitter einen Defekt erzeugt, indem man ein Element entfernt, so entstehen durch das Auffüllen der Leerstelle eine Singularität -1/2 und zwei Singularitäten 1/4.
Ich entferne eine der Fliesen.
1/4
-1/2
1/4
Hier verursacht eine Scherspannung eine Unordnung des Gitters, und es entstehen zwei Singularitäten der Ordnung 1/4 und zwei der Ordnung -1/4.
Klopp!
1/4
-1/4
-1/4
1/4



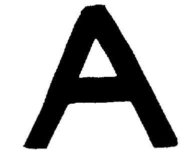
Wenn das Universum aus lauter Zellen bestünde, könnten die **Elementarteilchen** Defekte oder Versetzungen sein, Kombinationen von Singularitäten der **Pflasterung**. Eine Bewegung oder eine Wechselwirkung wäre dann eine Umordnung von dem Ganzen...

Keine schlechte Idee...

Ich... äh...

Das Folgende wird mit einem Daumenkino in den vier Filmen A, B, C und D illustriert. Man blättert dazu die folgenden Seiten in schneller Folge von hinten nach vorn.

Die Direktion



Transformation eines Möbiusbandes in eine Boysche Fläche

B

Idem: Randkurve und Kurven der Selbstdurchdringung

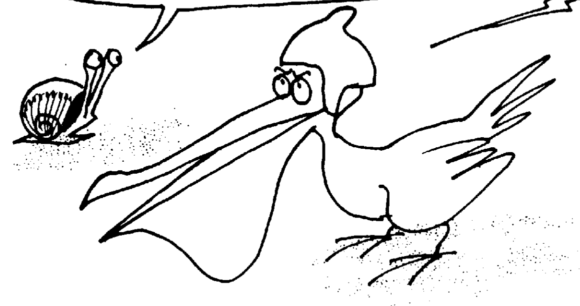
C

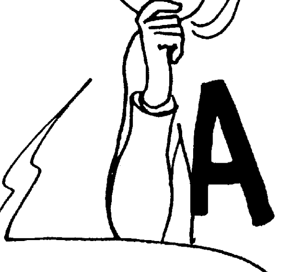
Verbindung der Antipoden

D

Zeitumkehr

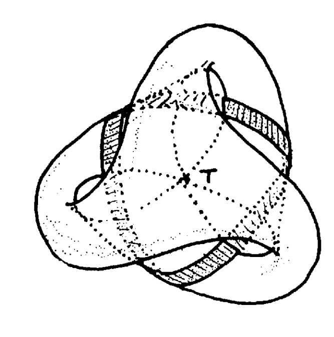
DIE BOYSCHE FLÄCHE






Ein Möbiusband hat die Charakteristik Null. Ich könnte doch einfach mal eine Scheibe an diese geschlossene Kurve nähen; die hat ja auch die Charakteristik Null...
χ=1
A
χ=0
χ=0
Was herauskäme, hätte tatsächlich die Charakteristik 1, und es wäre eine geschlossene, einseitige Fläche. Aber warum nimmst Du nicht einfach Traversin, statt zu nähen?
TRAVERSIN
Die Geschichte von dem Möbiusband, das sich in eine Boysche Fläche verwandelt, kann man in den Trickfilmen A und B verfolgen. Hier ist das Endprodukt:
·POL
A
„Äquatorialband"
Und das hier sind die „Breitenkreise" der Boyschen Fläche. Sie stellen auch die Entwicklung des Randes des Möbiusbandes dar, wie es die Bildfolge A zeigt.
Komische Breitenkreise...

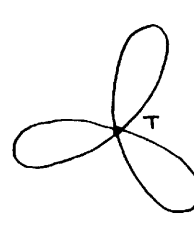
Nur **Korbflechterei**, Leon. Man braucht nur die „Meridiane" des Möbiusbandes bis zum Boden des Korbes zu verlängern, d. h. bis zum Pol.

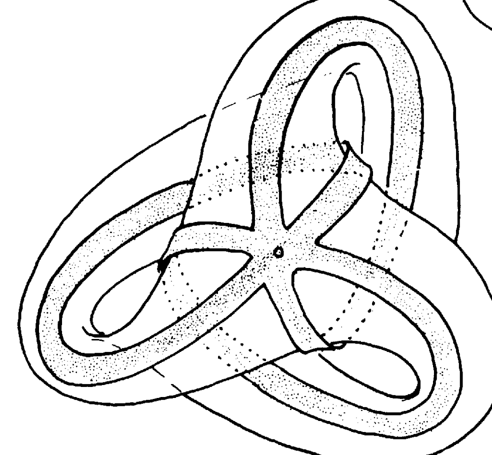


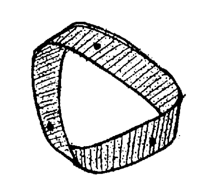
BOYSCHE FLÄCHE MIT DEM URSPRÜNGLICHEN MÖBIUSBAND

MERIDIAN

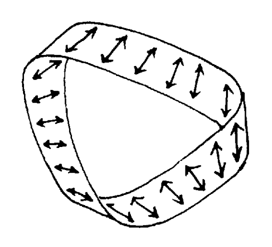
Mit anderen Worten, man muß die freien Enden der Stengel des Möbiusbandes mit denen des „Korbbodens" verbinden.

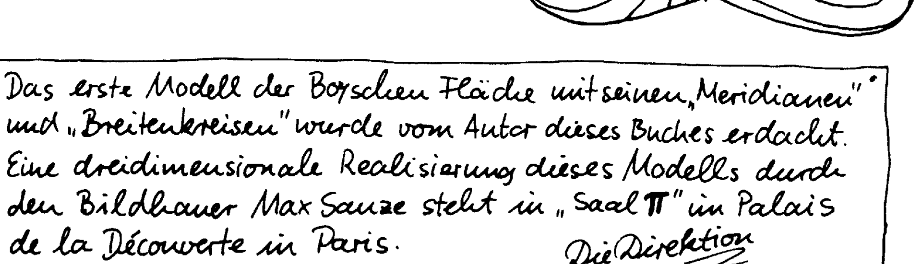


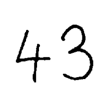


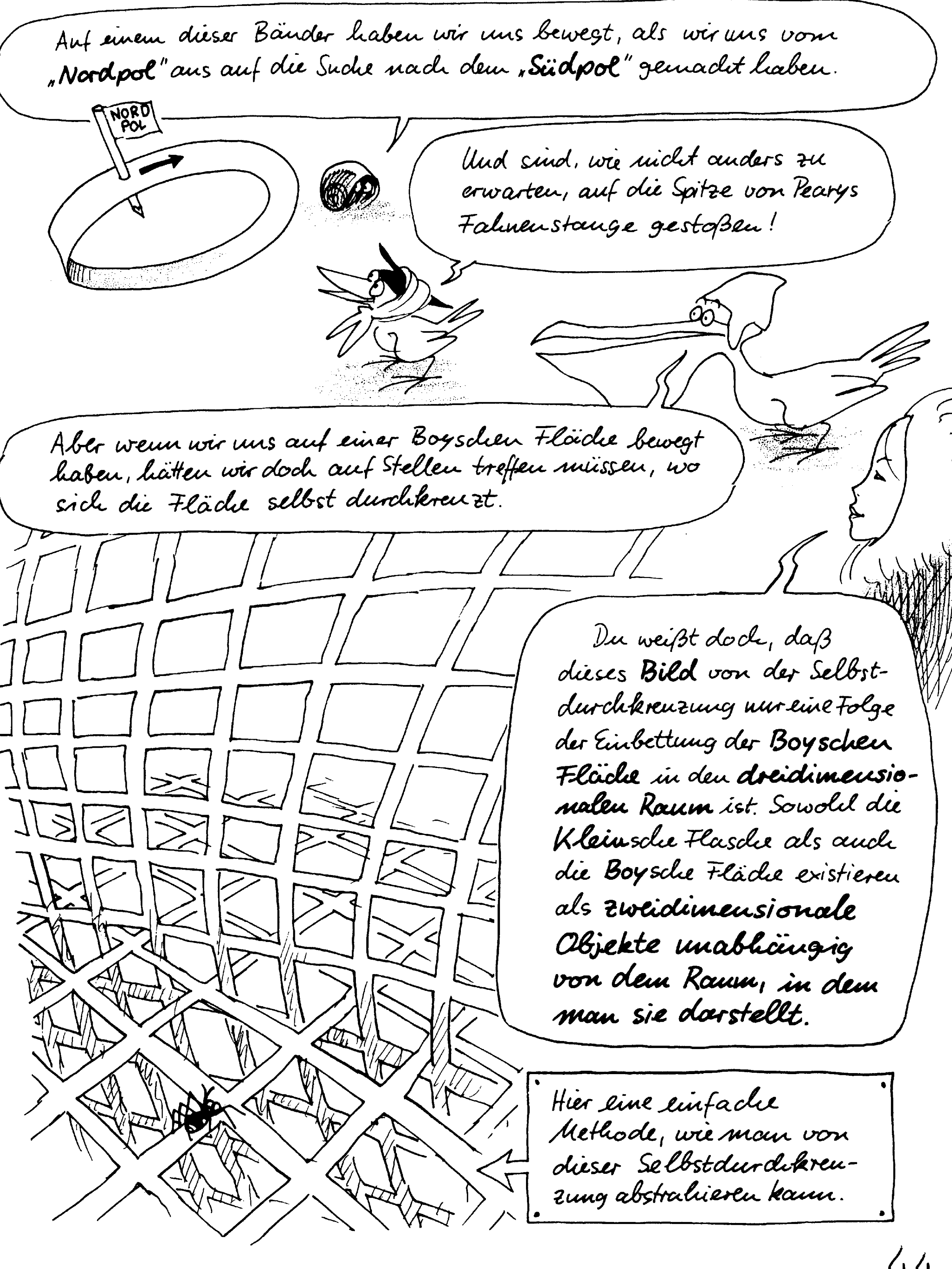


Die **Umgebungen** dieser „Meridiane" sind Möbiusbänder mit einer halben Drehung.



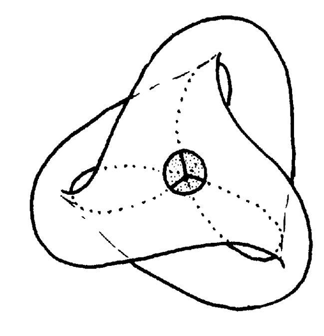





Auf einem dieser Bänder haben wir uns bewegt, als wir uns vom „Nordpol" aus auf die Suche nach dem „Südpol" gemacht haben.
NORD POL
Und sind, wie nicht anders zu erwarten, auf die Spitze von Pearys Fahnenstange gestoßen!
Aber wenn wir uns auf einer Boyschen Fläche bewegt haben, hätten wir doch auf Stellen treffen müssen, wo sich die Fläche selbst durchkreuzt.
Du weißt doch, daß dieses Bild von der Selbstdurchkreuzung nur eine Folge der Einbettung der Boyschen Fläche in den dreidimensionalen Raum ist. Sowohl die Kleinsche Flasche als auch die Boysche Fläche existieren als zweidimensionale Objekte unabhängig von dem Raum, in dem man sie darstellt.
Hier eine einfache Methode, wie man von dieser Selbstdurchkreuzung abstrahieren kann.

Also soviel ist sicher: Der Planet hat die Form einer Boyschen Fläche, und es gibt nur einen Pol.



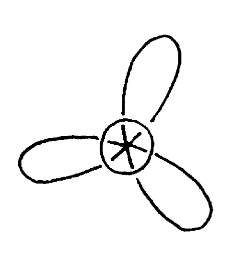


MÖBIUSBAND MIT KREISFÖRMIGEM RAND

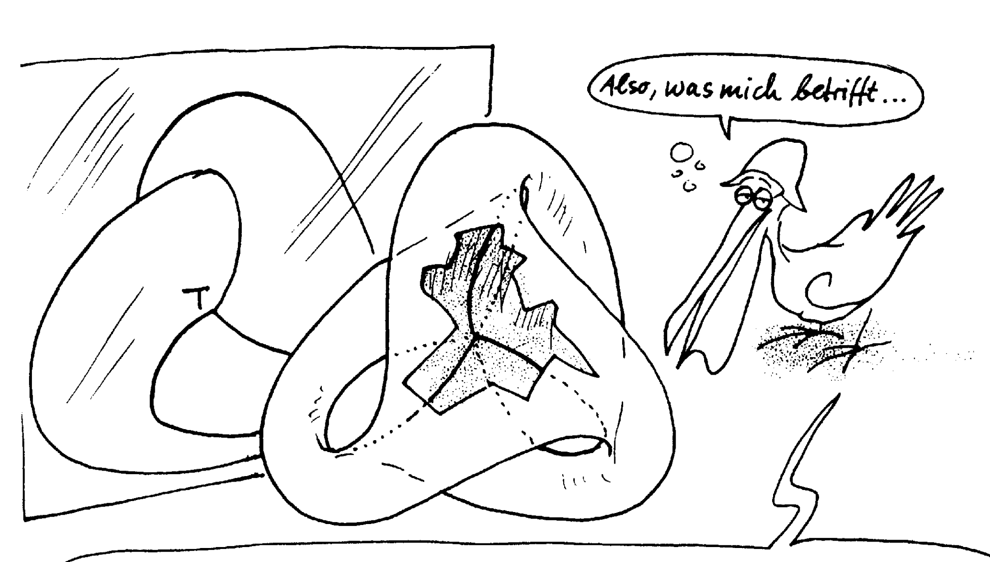
Aber ich werde das dem armen Herrn Amundsen nicht erklären.

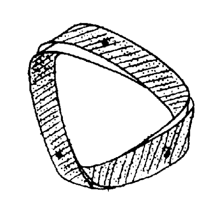
Er befindet sich noch in demselben Zustand.



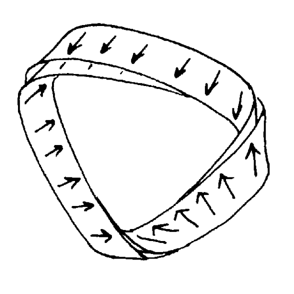


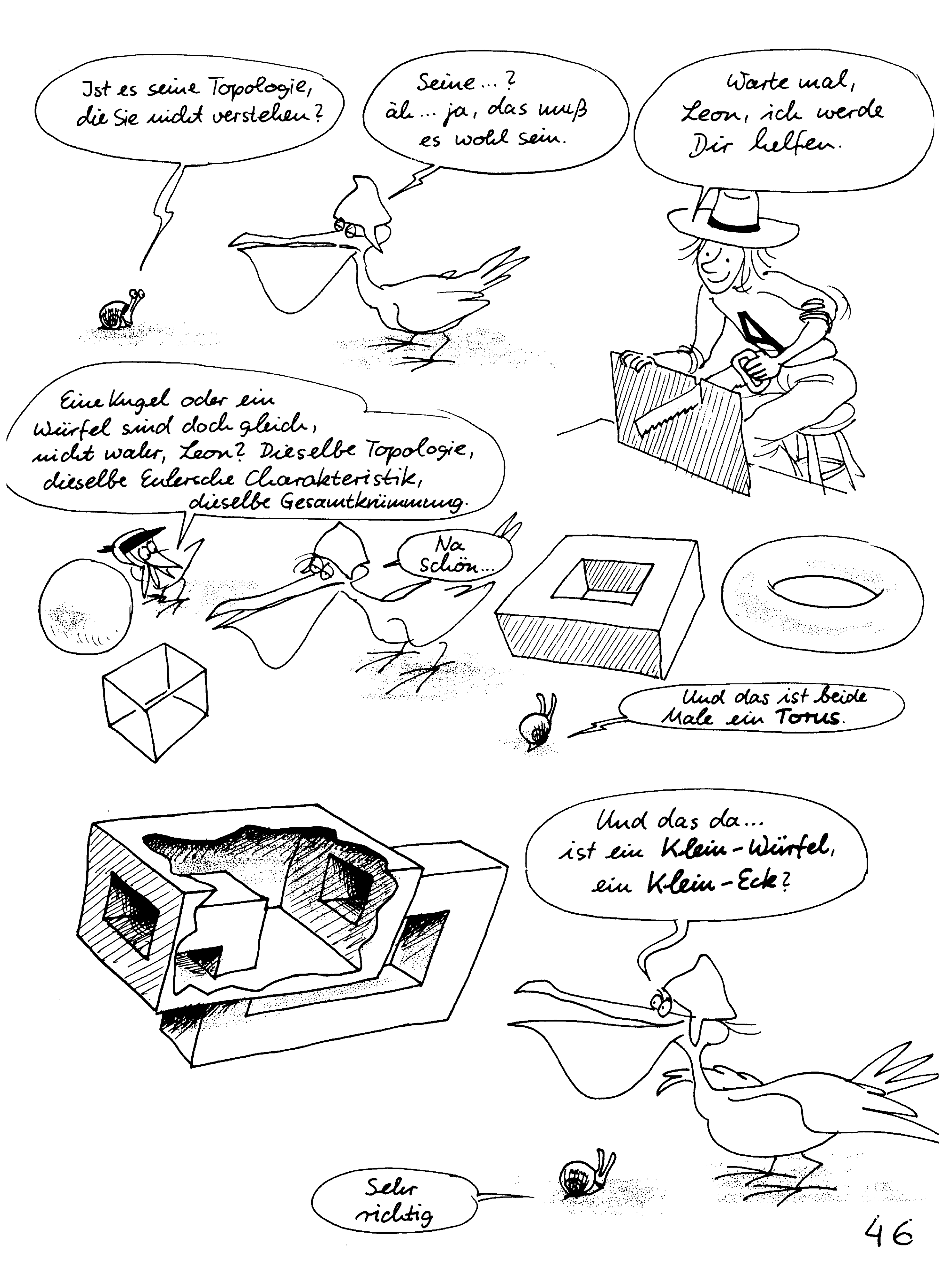
DAS BOY-ECK

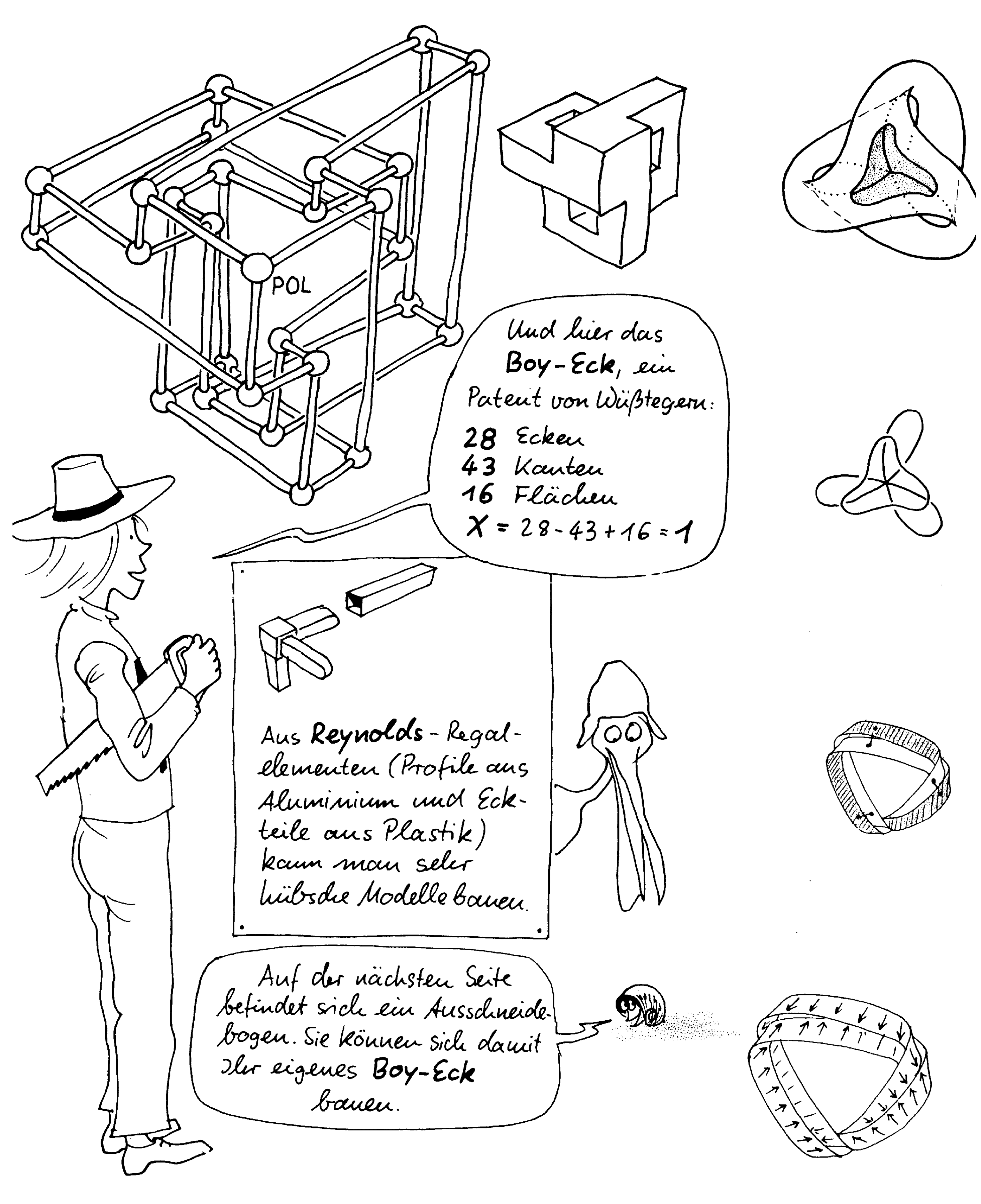


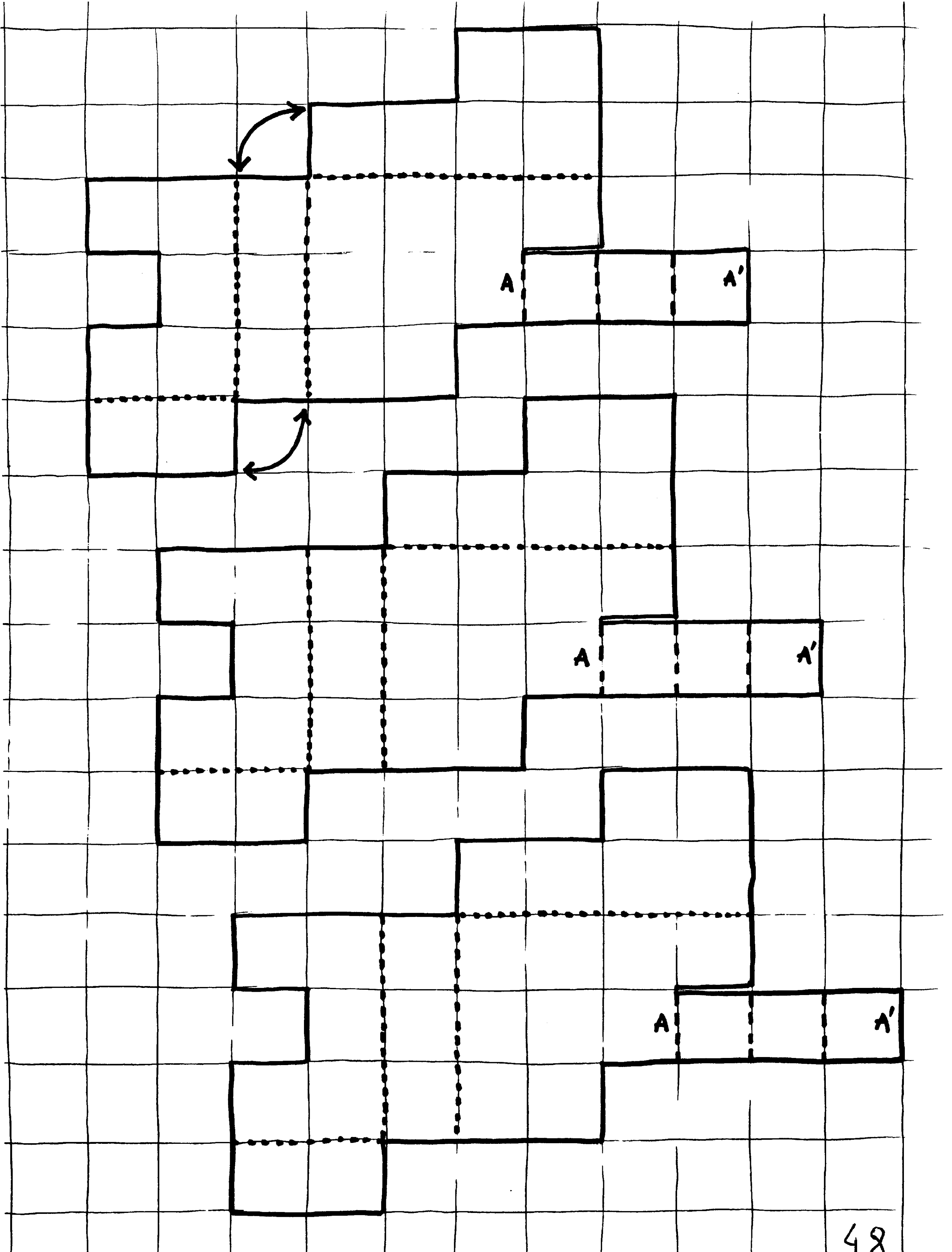


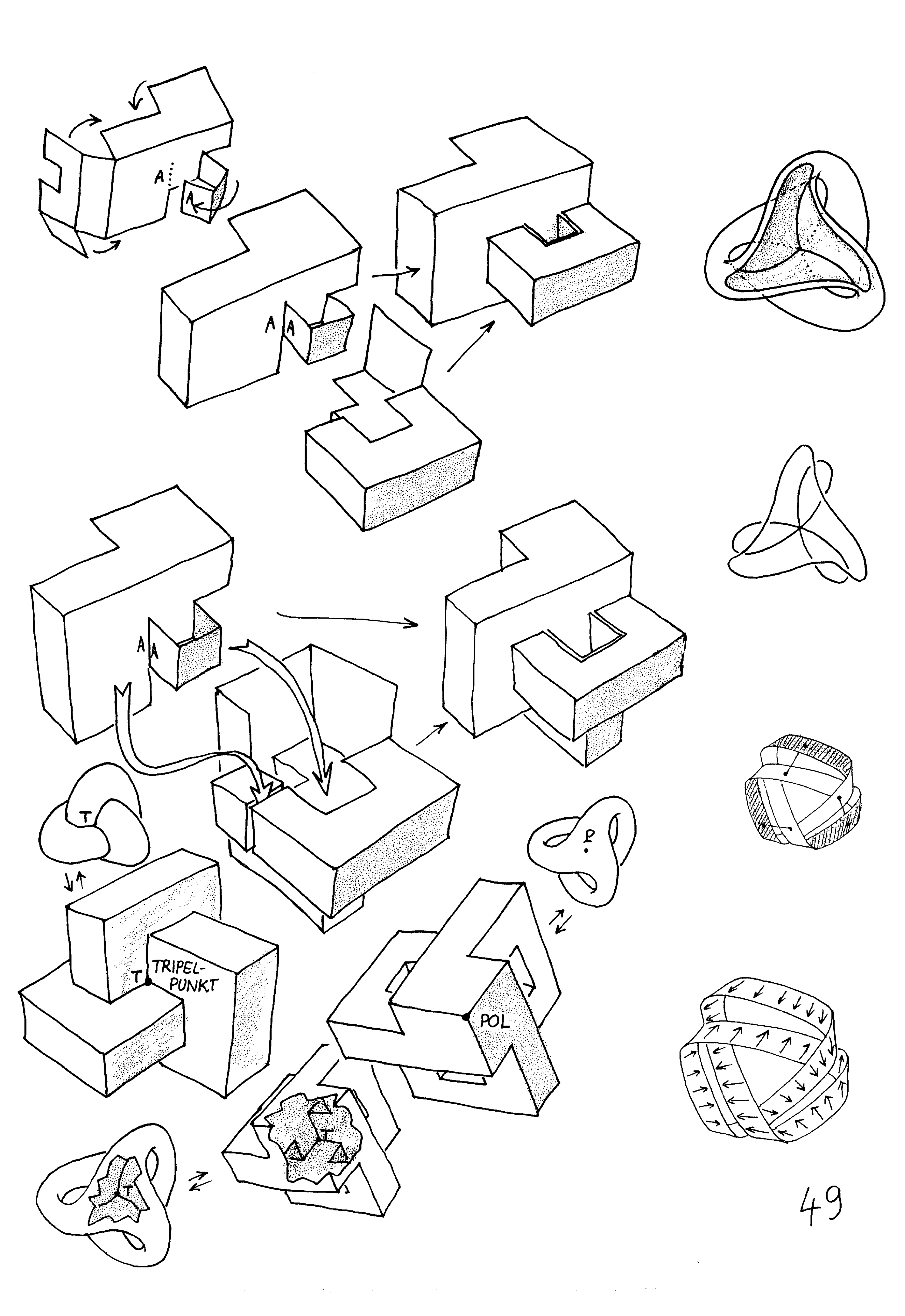
Sie werden sagen ich sei etwas zurückgeblieben, aber ich muß zugeben, daß ich die Boysche Fläche nicht verstanden habe, trotz aller Zeichnungen, Querschnitte und Aufsichten.




Ist es seine Topologie, die Sie nicht verstehen?
Seine ...? äh ... ja, das muß es wohl sein.
Warte mal, Leon, ich werde Dir helfen.
Eine Kugel oder ein Würfel sind doch gleich, nicht wahr, Leon? Dieselbe Topologie, dieselbe Eulersche Charakteristik, dieselbe Gesamtkrümmung.
Na schön...
Und das ist beide Male ein Torus.
Und das da... ist ein Klein-Würfel, ein Klein-Eck?
Sehr richtig


POL
Und hier das Boy-Eck, ein Patent von Wüßtegern:
28 Ecken
43 Kanten
16 Flächen
X = 28 - 43 + 16 = 1
Aus Reynolds-Regalelementen (Profile aus Aluminium und Eckteile aus Plastik) kann man sehr hübsche Modelle bauen.
Auf der nächsten Seite befindet sich ein Ausschneidebogen. Sie können sich damit Ihr eigenes Boy-Eck bauen.


A
A′
A
A′
A
A′


A
A
A
A
A
A
T
TRIPEL-
PUNKT
T
P
POL
T
T

BESCHICHTUNGEN

So! Ist die Geschichte jetzt zu Ende?

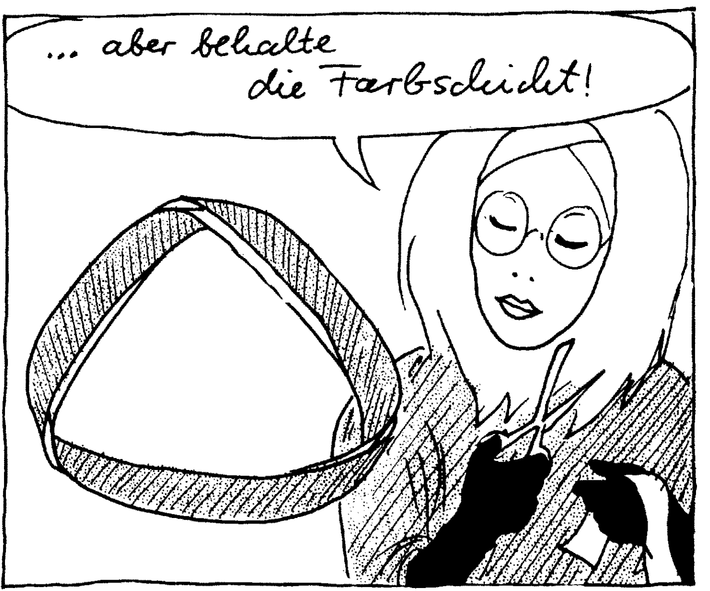
Nein! Ich sehe einen unerwarteten Rückschlag.

TOPOLOGIE

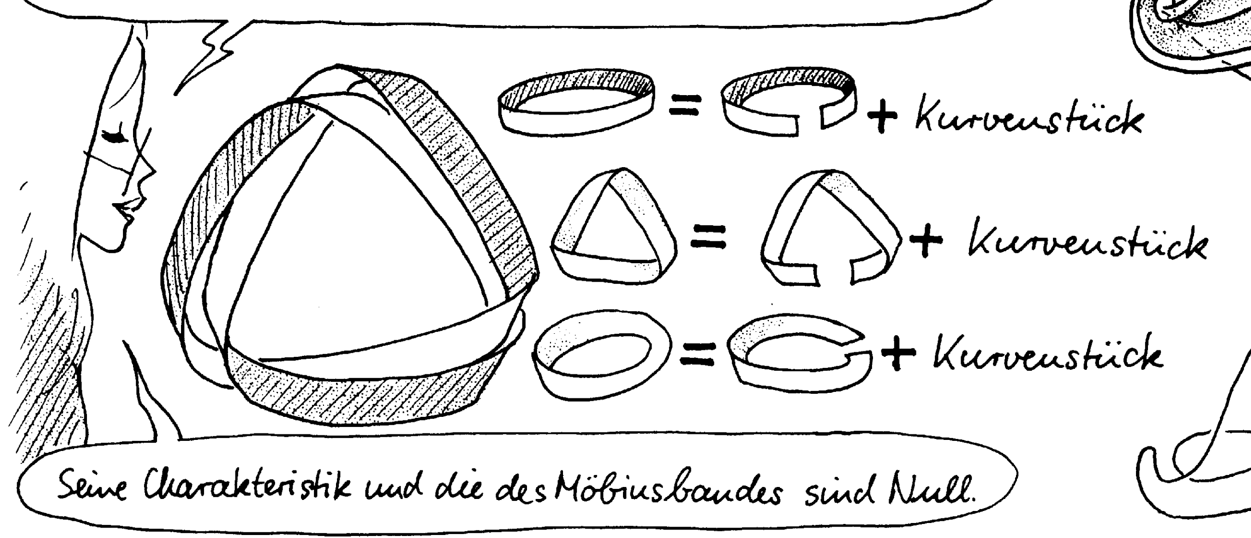
Die **zweiblättrige Beschichtung** eines **einseitigen, nichtorientierbaren** Objekts ist **zweiseitig, orientierbar** und hat die doppelte Charakteristik.

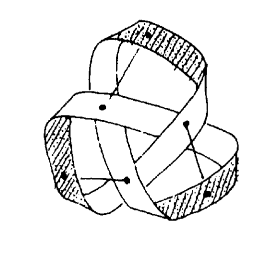
Was ist das für ein Kauderwelsch?



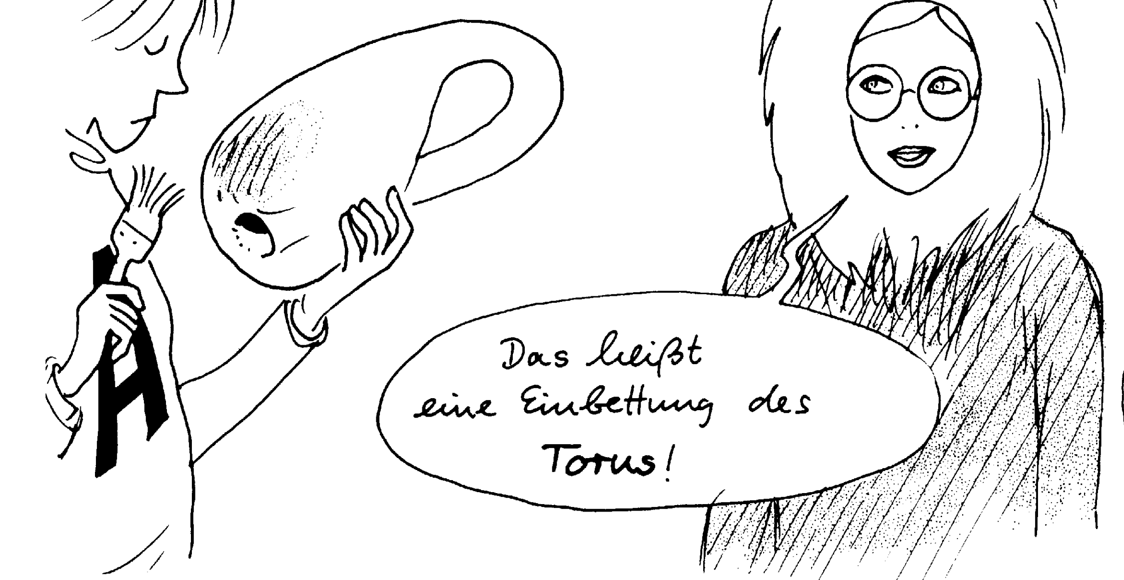


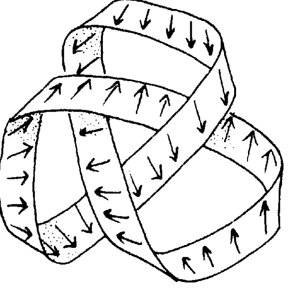
Dieses neue geschlossene Band hat zwei Seiten, eine davon hatte ja das Möbiusband berührt, die andere nicht. Aber Du kannst Dir auch die Bildfolge **C** ansehen:

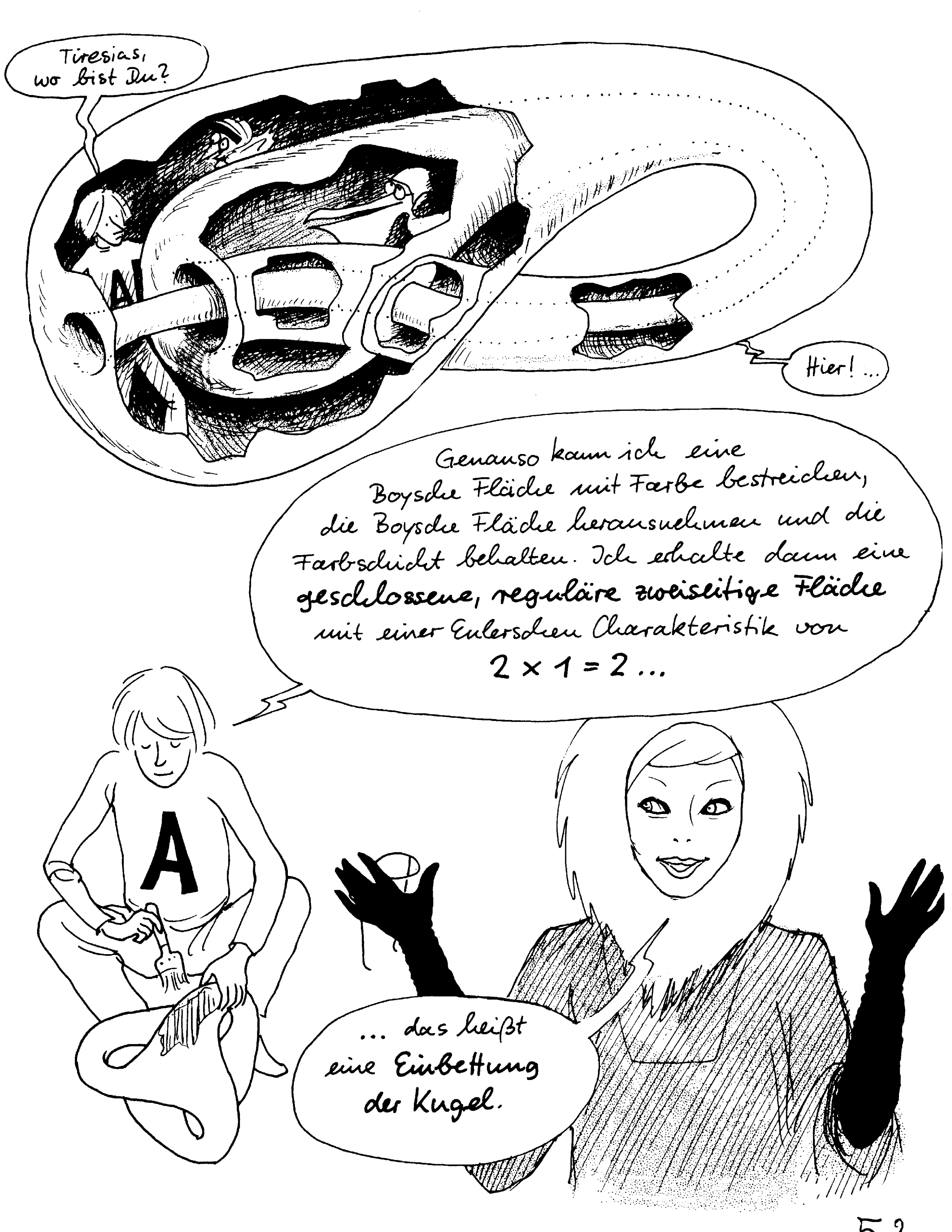


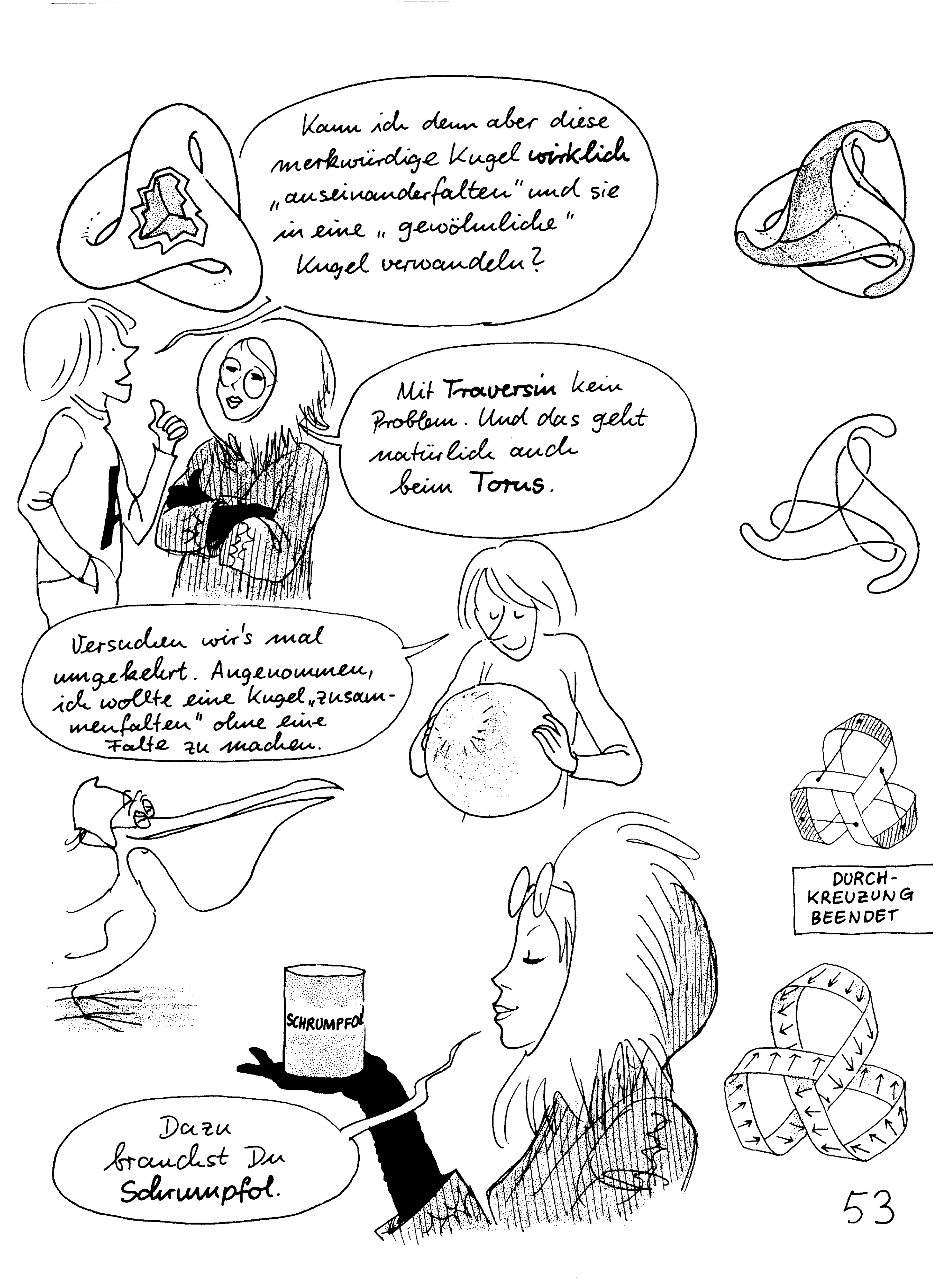


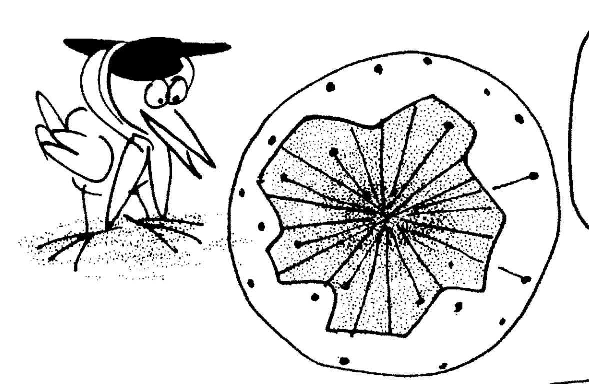
Warte mal ... wenn ich nun eine **Kleinsche Flasche** auf ihrer **einzigen Oberfläche** anstreiche und dann die Flasche wegnehme, aber die Farbschicht behalte, erhalte ich eine **reguläre**, **geschlossene Fläche** mit **zwei** Seiten und einer Eulerschen Charakteristik von 2 × 0 = **Null**.






Tiresias, wo bist Du?
Hier! ...
Genauso kann ich eine Boysche Fläche mit Farbe bestreichen, die Boysche Fläche herausnehmen und die Farbschicht behalten. Ich erhalte dann eine **geschlossene, reguläre zweiseitige Fläche** mit einer Eulerschen Charakteristik von 2 × 1 = 2 ...
... das heißt eine **Einbettung der Kugel**.


Kann ich denn aber diese merkwürdige Kugel wirklich „auseinanderfalten" und sie in eine „gewöhnliche" Kugel verwandeln?
Mit Traversin kein Problem. Und das geht natürlich auch beim Torus.
Versuchen wir's mal umgekehrt. Angenommen, ich wollte eine Kugel „zusammenfalten" ohne eine Falte zu machen.
DURCH-KREUZUNG BEENDET
SCHRUMPFOL
Dazu brauchst Du Schrumpfol.



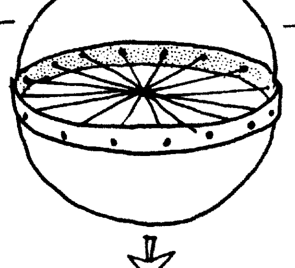
Man verbindet als erstes jeden Punkt der Kugel mit seinem **Antipoden**, und zwar mit Hilfe von Fäden, die vorher in **Schrumpfol** getaucht worden sind.

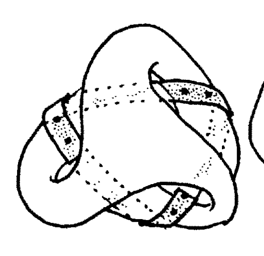


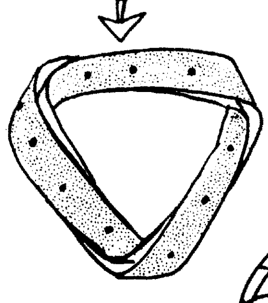
Diese Fäden ziehen sich dann bis auf die Länge Null zusammen – und zwar so, daß die Oberfläche der Kugel konstant bleibt. So bringt man jeden Punkt mit seinem **Antipoden** in Berührung.

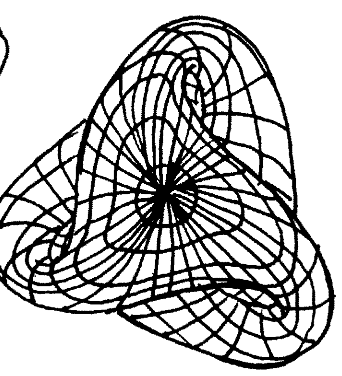
Einzelheiten darüber erfahren Sie ein andermal, wenn es darum gehen wird, wie man eine **Kugel umkrempelt**. Im Augenblick können Sie sich aber schon die Bildfolge **C** ansehen. Sie zeigt, wie sich der **Äquator** der Kugel verformt und zum **Äquator** der **Boy**-schen Fläche wird. Dabei schmiegt sich natürlich der **Nordpol** an den **Südpol**.

Die Direktion



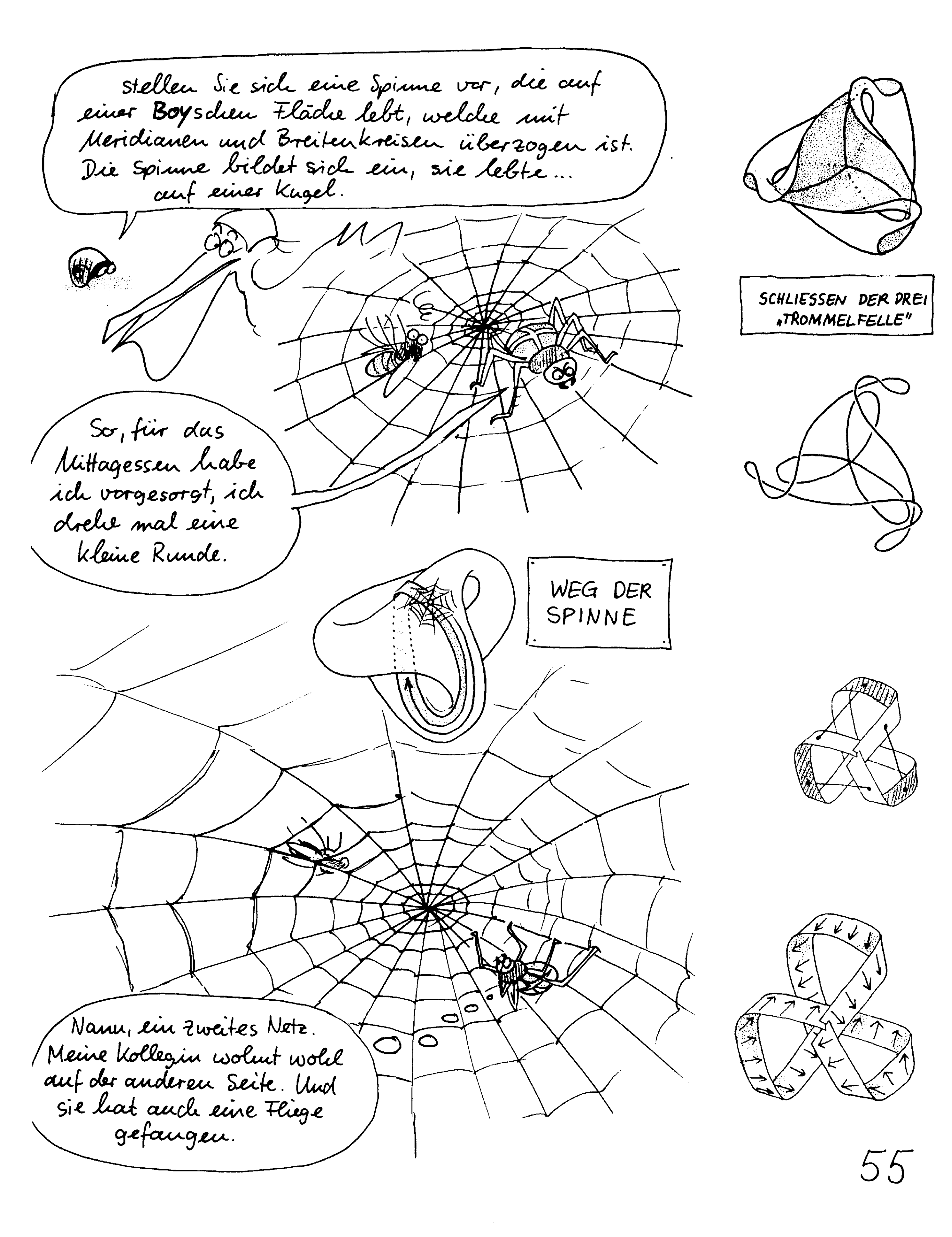


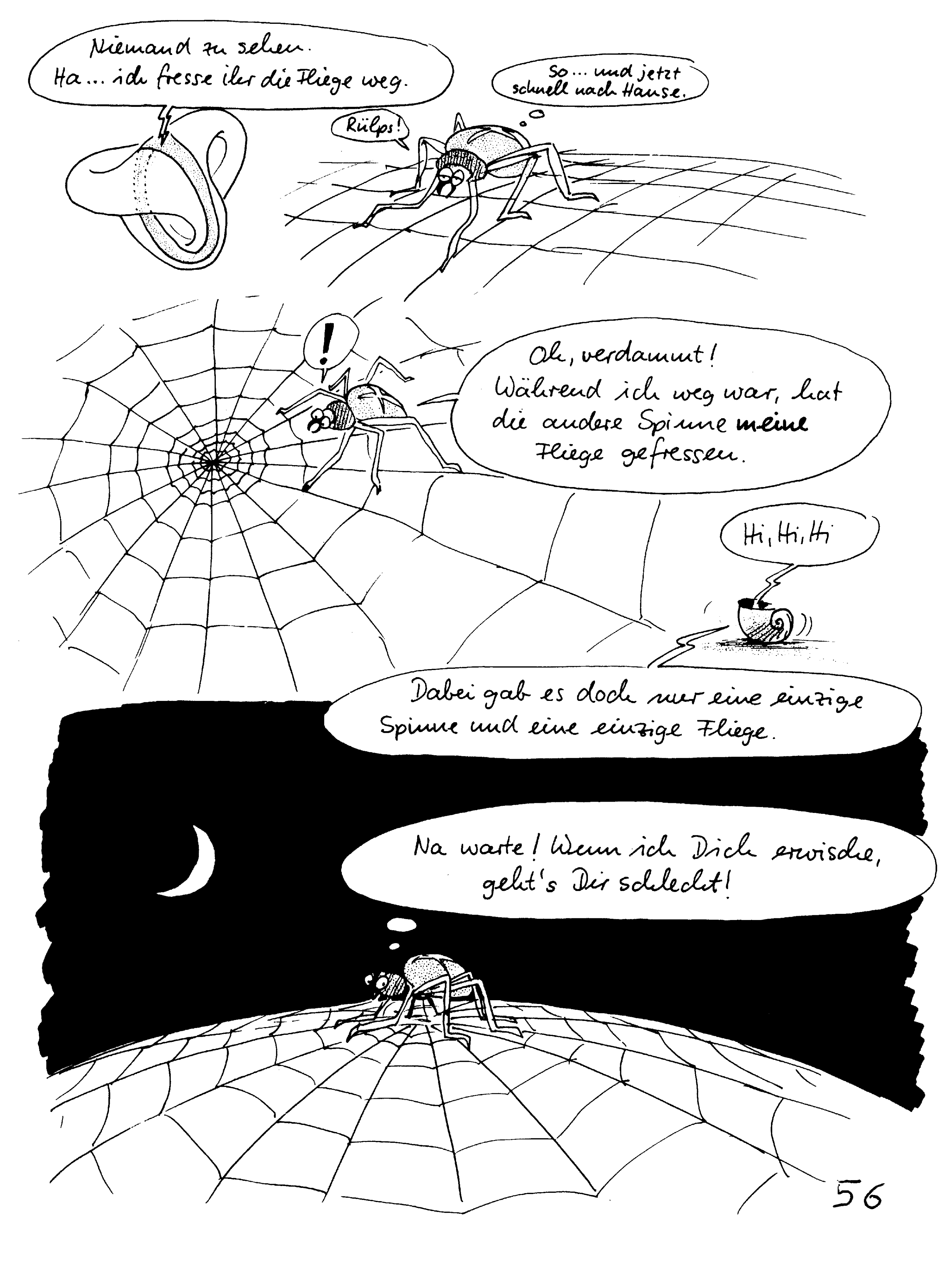


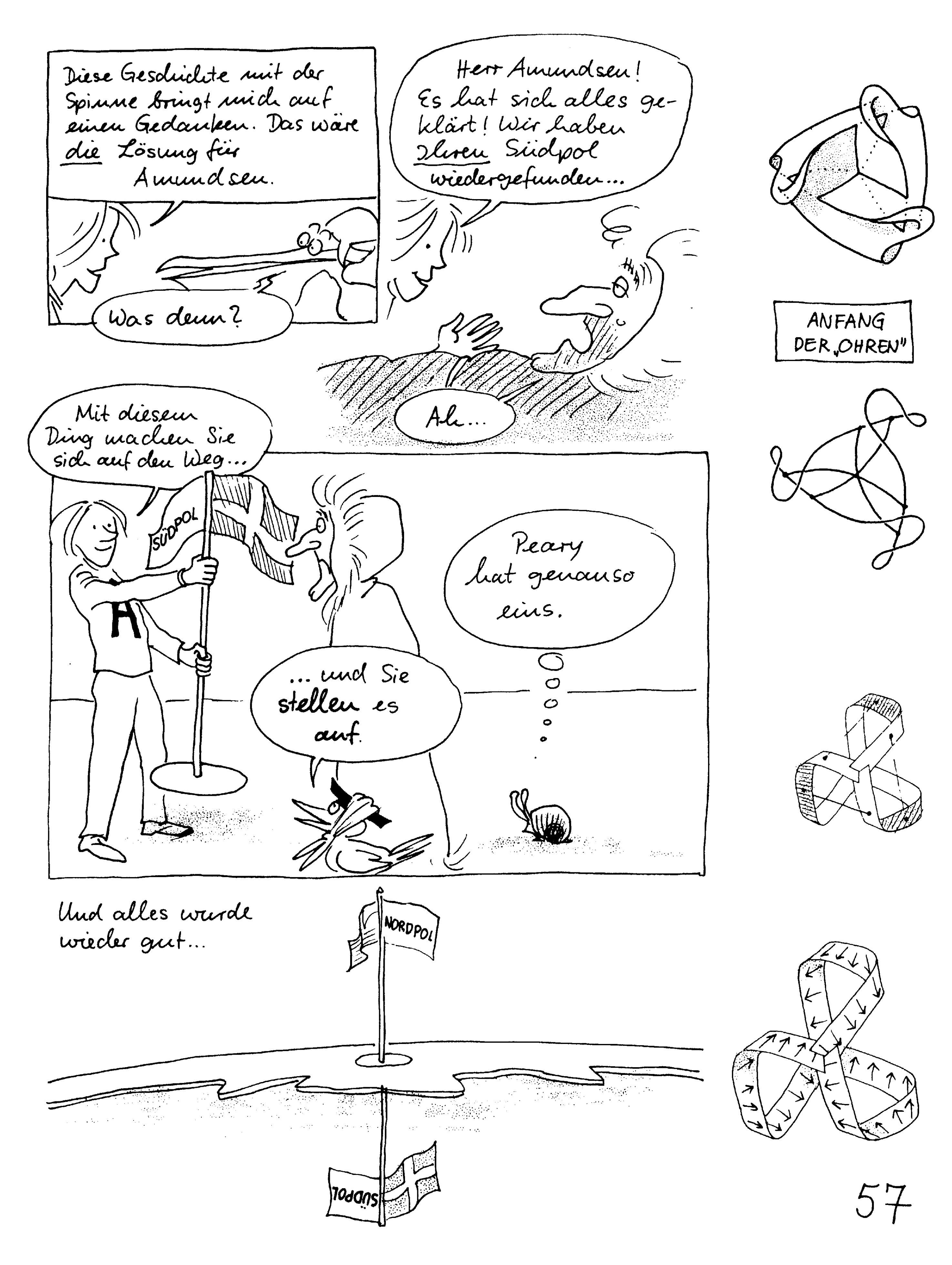


Meridiane kommen dabei mit Meridianen und Breitenkreise mit Breitenkreisen zur Deckung.



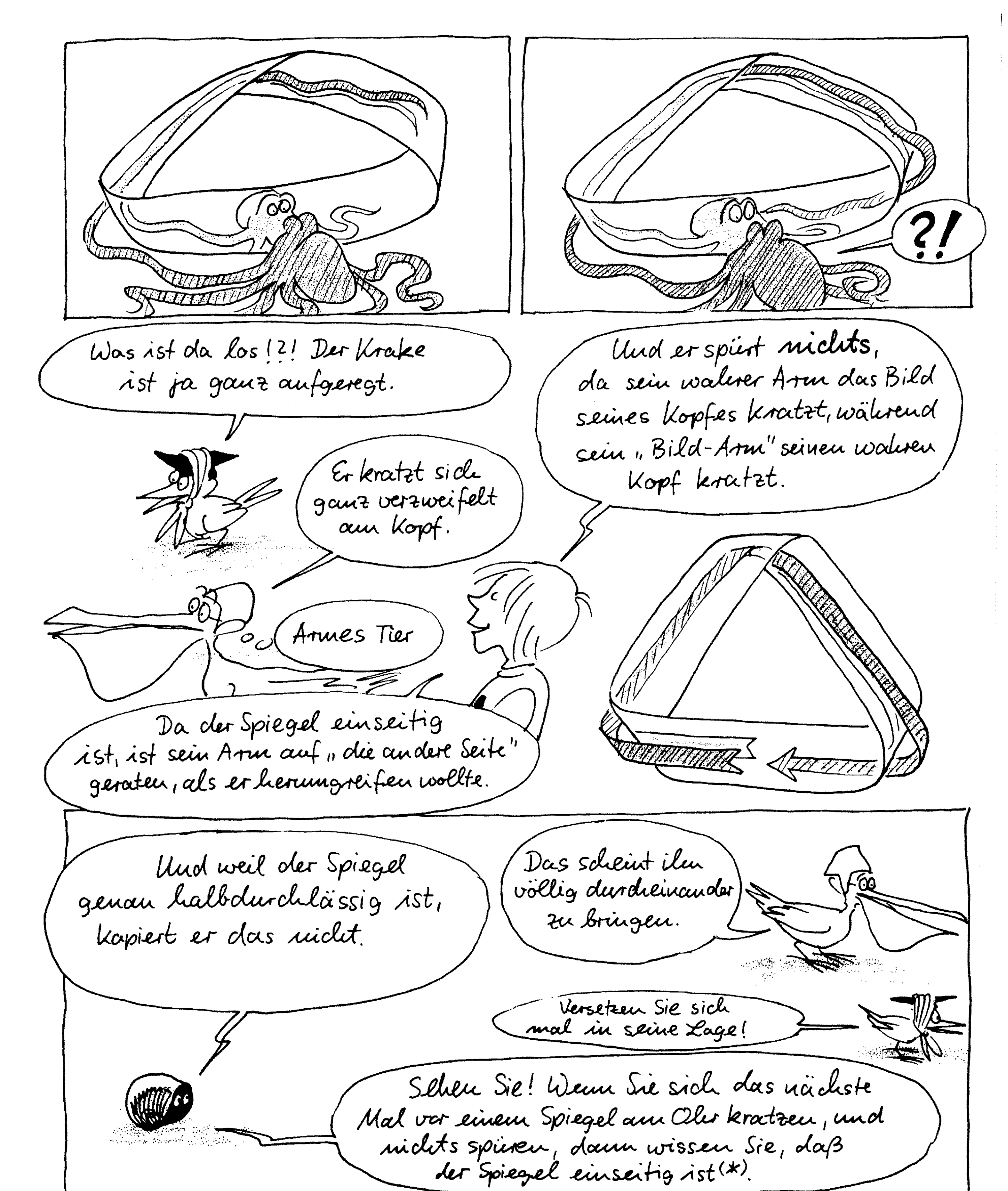

stellen Sie sich eine Spinne vor, die auf einer Boyschen Fläche lebt, welche mit Meridianen und Breitenkreisen überzogen ist. Die Spinne bildet sich ein, sie lebte... auf einer Kugel.
SCHLIESSEN DER DREI „TROMMELFELLE"
So, für das Mittagessen habe ich vorgesorgt, ich drehe mal eine kleine Runde.
WEG DER SPINNE
Nanu, ein zweites Netz. Meine Kollegin wohnt wohl auf der anderen Seite. Und sie hat auch eine Fliege gefangen.


Niemand zu sehen.
Ha... ich fresse ihr die Fliege weg.
Rülps!
So... und jetzt schnell nach Hause.
!
Oh, verdammt!
Während ich weg war, hat die andere Spinne **meine** Fliege gefressen.
Hi, Hi, Hi
Dabei gab es doch nur eine einzige Spinne und eine einzige Fliege.
Na warte! Wenn ich Dich erwische, geht's Dir schlecht!


Diese Geschichte mit der Spinne bringt mich auf einen Gedanken. Das wäre die Lösung für Amundsen.
Was denn?
Herr Amundsen! Es hat sich alles geklärt! Wir haben Ihren Südpol wiedergefunden...
Ah...
ANFANG DER „OHREN"
Mit diesem Ding machen Sie sich auf den Weg...
SÜDPOL
Peary hat genauso eins.
... und Sie stellen es auf.
Und alles wurde wieder gut...
NORDPOL
SÜDPOL


Was für ein schöner Tag!
Das sieht doch nach was aus.
Ein historisches Photo, Herr Amundsen.
Weg da, ich will allein sein auf meinem historischen Photo.
SÜDPOL
Es ist in der Wissenschaft wie überall. Man darf manchmal nicht zu sehr in die Tiefe gehen...
... jeder Pol hat seinen Platz, und jetzt haben wir hoffentlich Ruhe...
Übrigens, wenn man unter dem Nordpol graben würde, erlebte man vielleicht eine Überraschung.
Und ich kenne jemanden, der enttäuscht wäre.

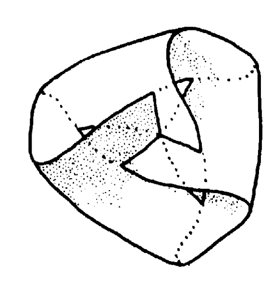

Diese Sache wäre also geregelt. Aber was macht denn Wißbegern da hinten?
Weißt Du was das ist? Ein halbdurchlässiger Spiegel. Man sieht sowohl hindurch als auch das Spiegelbild. Ich verwandle gerade dieses Möbiusband in einen halbdurchlässigen Spiegel.
SPIEGEL-GESCHICHTE
... eine Krakenfalle
?



(*) Sie können sich so einen Spiegel leicht selbst herstellen aus einer alten Kleinschen Flasche vom Sperrmüll.

Wenn man eine **Boysche** Fläche in einen halbdurchlässigen Spiegel verwandelte, würde das Universum mit seinem eigenen Spiegelbild zusammenfallen.



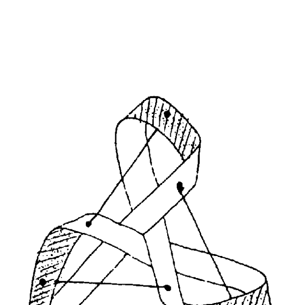


Wäre das nicht gefährlich? Würde dann nicht vielleicht das Universum einfach auf Grund eines logischen Widerspruchs verschwinden?(*)



DIE RAUM-ZEIT DREHT DURCH

Man kann sich die Topologie der Raum-Zeit an Hand zweidimensionaler Modelle klarmachen: eine Dimension für den Raum, und eine für die Zeit.

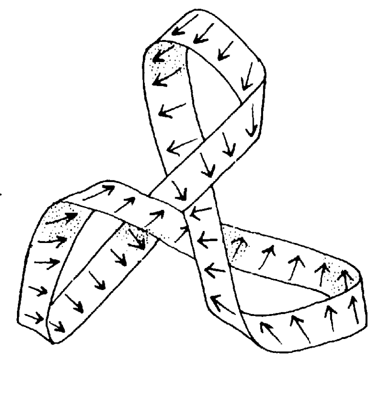


ENTSTEHUNG EINES TRIPELPUNKTS

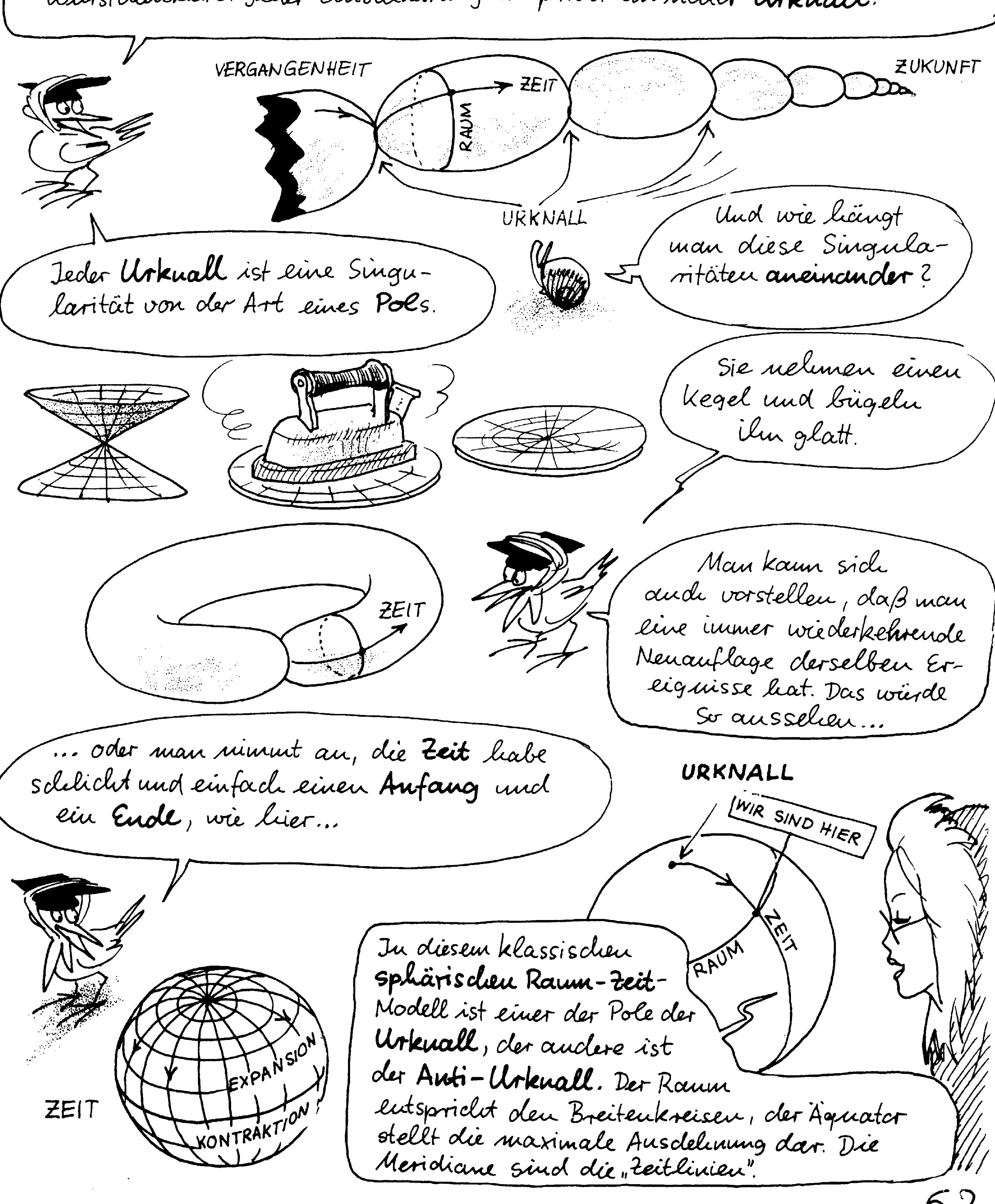


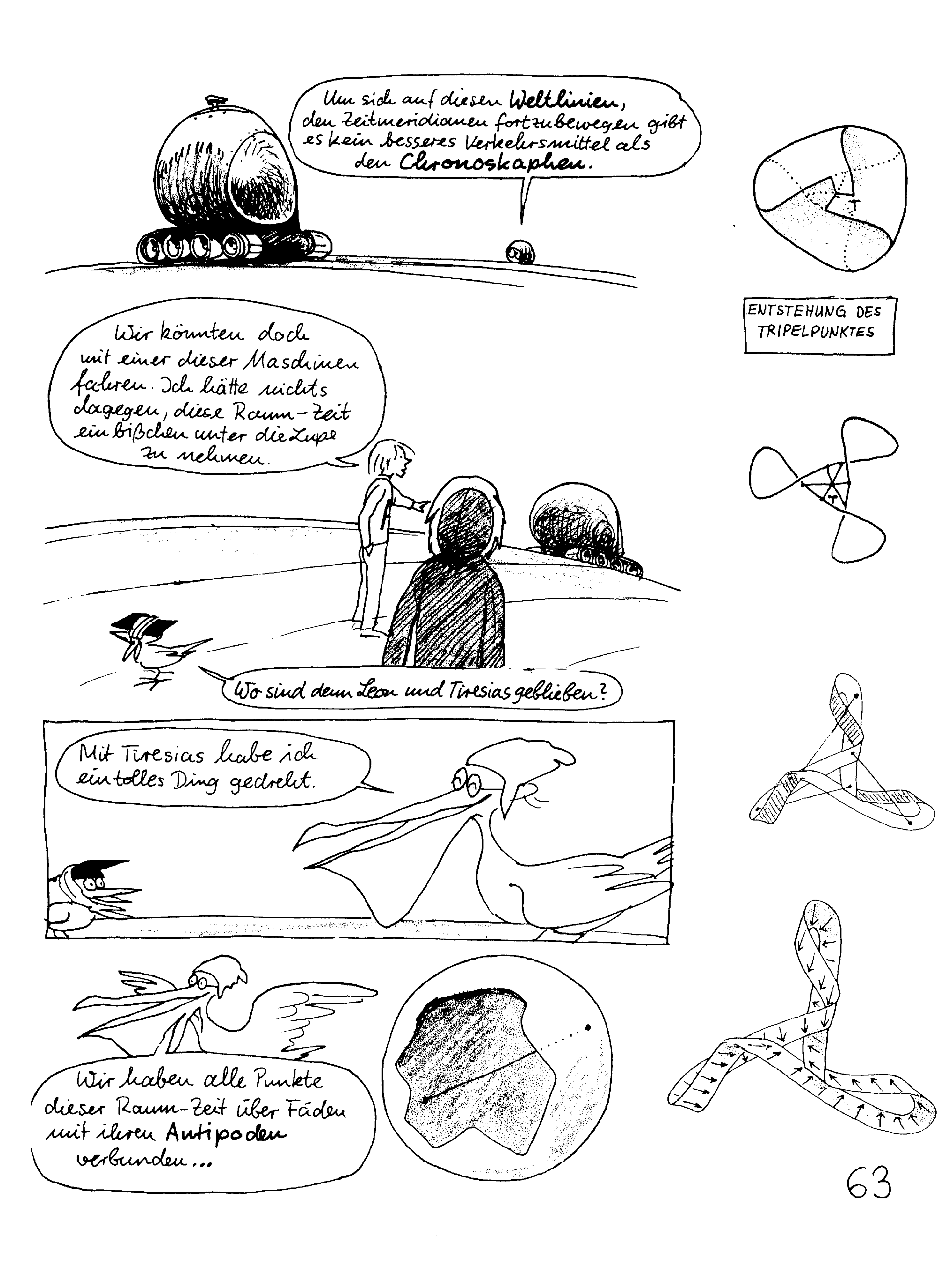
Das ist ja wieder so ein Liniennetz



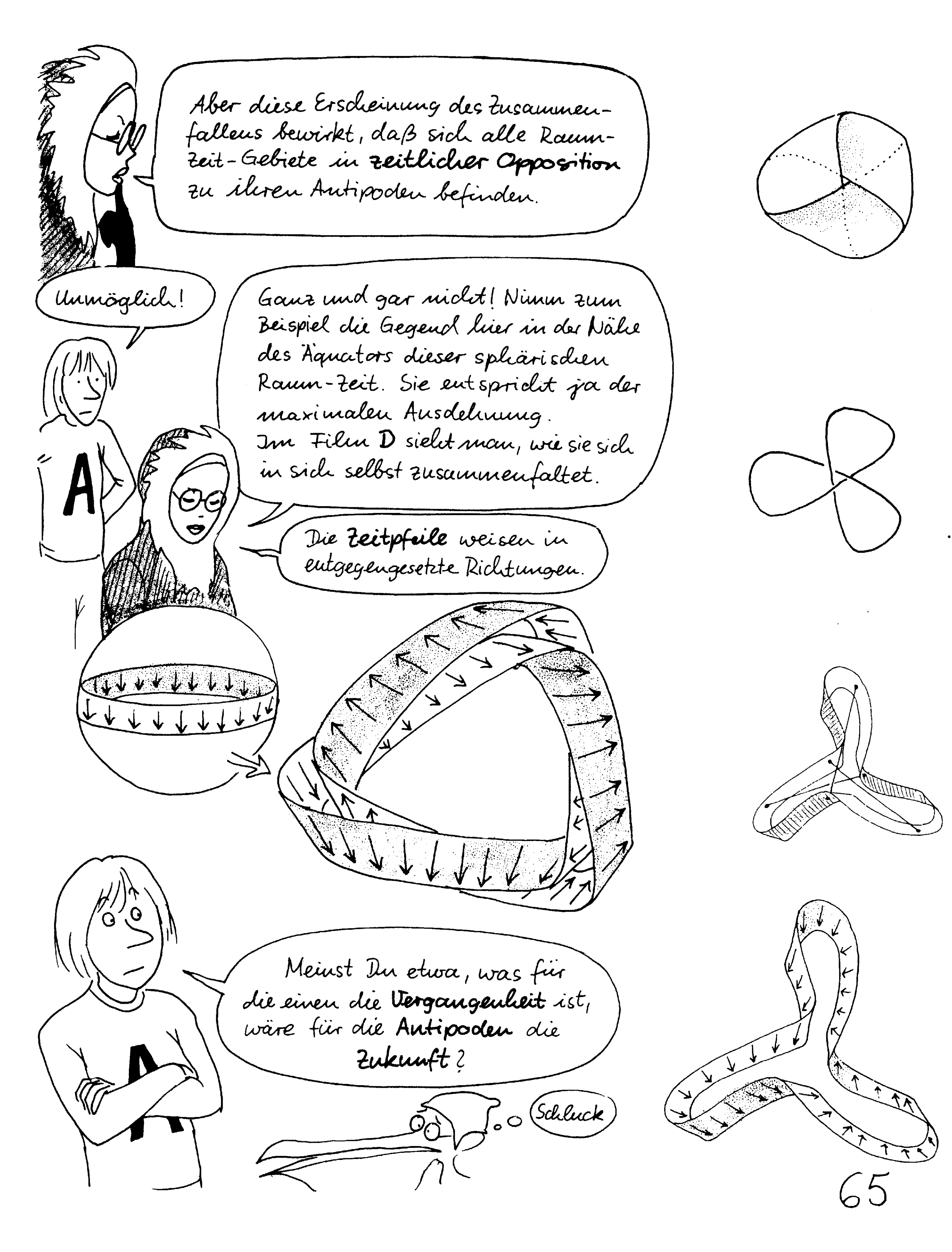


(*) Der Versuch wurde nie unternommen.


Im „Urknall" haben wir gesehen, daß man sich das zyklische Friedmann-Modell des Universums vorstellen kann wie eine unendlich lange Würstchenkette. Jeder Einschnürung entspricht ein neuer Urknall.
VERGANGENHEIT
ZEIT
RAUM
ZUKUNFT
URKNALL
Jeder Urknall ist eine Singularität von der Art eines Pols.
Und wie hängt man diese Singularitäten aneinander?
Sie nehmen einen Kegel und bügeln ihn glatt.
ZEIT
Man kann sich auch vorstellen, daß man eine immer wiederkehrende Neuauflage derselben Ereignisse hat. Das würde so aussehen...
... oder man nimmt an, die Zeit habe schlicht und einfach einen Anfang und ein Ende, wie hier...
URKNALL
WIR SIND HIER
ZEIT
RAUM
EXPANSION
KONTRAKTION
ZEIT
In diesem klassischen sphärischen Raum-Zeit-Modell ist einer der Pole der Urknall, der andere ist der Anti-Urknall. Der Raum entspricht den Breitenkreisen, der Äquator stellt die maximale Ausdehnung dar. Die Meridiane sind die „Zeitlinien".

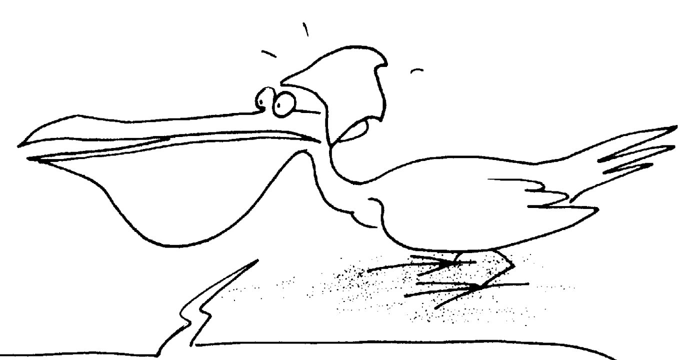

Um sich auf diesen Weltlinien, den Zeitmeridianen fortzubewegen gibt es kein besseres Verkehrsmittel als den Chronoskaphen.
T
ENTSTEHUNG DES TRIPELPUNKTES
Wir könnten doch mit einer dieser Maschinen fahren. Ich hätte nichts dagegen, diese Raum-Zeit ein bißchen unter die Lupe zu nehmen.
T
Wo sind denn Leon und Tiresias geblieben?
Mit Tiresias habe ich ein tolles Ding gedreht.
Wir haben alle Punkte dieser Raum-Zeit über Fäden mit ihren Antipoden verbunden...


... und dann die Fäden in **Schrumpfol** getaucht. Tiresias meinte, das wäre ein sagenhaftes raum-zeitliches Experiment.
Sag mal, seid ihr denn vom Hafer gestochen! Ihr habt doch keine Ahnung von den Konsequenzen, die das hat!!!
Was wird denn nun passieren?
M
M'
Wegen dieses dummen Viehs faltet sich jetzt die **Raum-zeit** über sich selbst zusammen. Alle **Ereignisse**, die zur **Expansions**phase gehören, d. h. der Zeit zwischen dem **Urknall** und der **maximalen Ausdehnung**, fallen dann zusammen mit den Ereignissen der **Kontraktions**phase.
Urknall und **Antiurknall** fallen dann wohl auch zusammen?!
Komisch, eigenartig. Ein merkwürdiges Zusammentreffen!
Ich nehme an, daß das bereits von anderen vermutet worden ist. (*)
Ich hätte nicht auf Tiresias hören sollen.
(*) von Hoyle und Sacharow

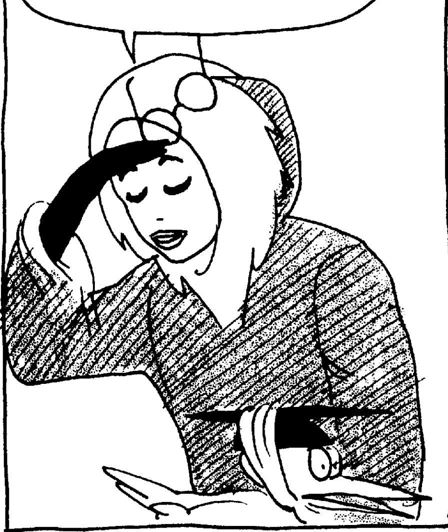


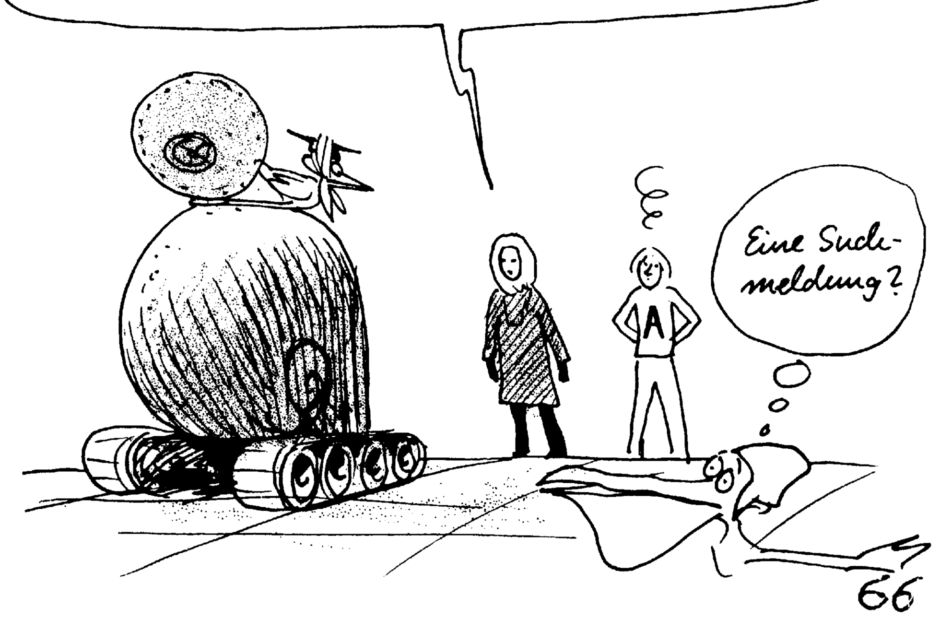
Aber diese Erscheinung des Zusammenfallens bewirkt, daß sich alle Raum-Zeit-Gebiete in **zeitlicher Opposition** zu ihren Antipoden befinden.
Unmöglich!
Ganz und gar nicht! Nimm zum Beispiel die Gegend hier in der Nähe des Äquators dieser sphärischen Raum-Zeit. Sie entspricht ja der maximalen Ausdehnung.
Im Film D sieht man, wie sie sich in sich selbst zusammenfaltet.
Die **Zeitpfeile** weisen in entgegengesetzte Richtungen.
Meinst Du etwa, was für die einen die **Vergangenheit** ist, wäre für die Antipoden die **Zukunft**?
Schluck


Mein Lieber, da haben Sie ja was angerichtet!


Sie meinen, daß das Universum in eine ausweglos widersprüchliche Situation gestürzt wurde?

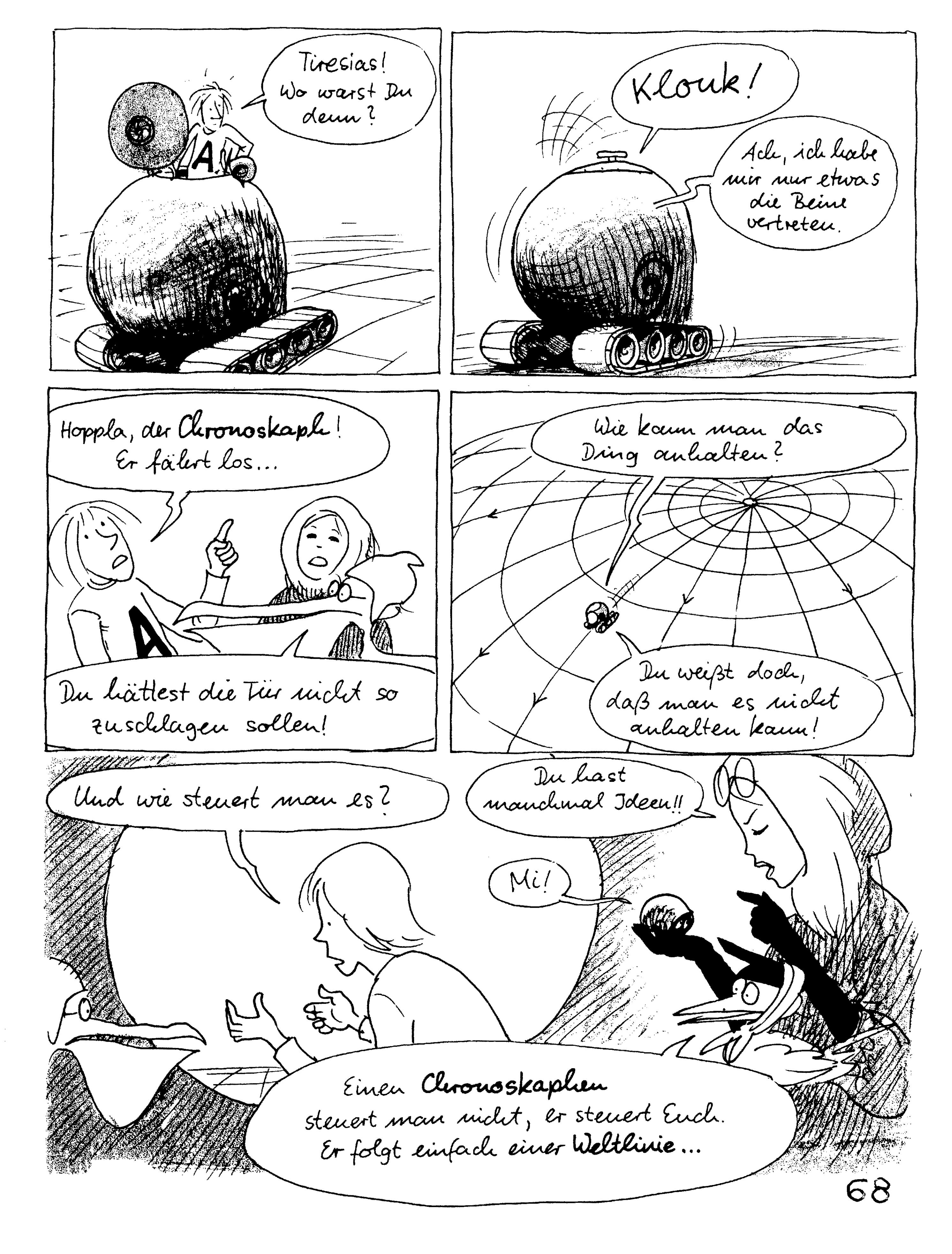

Eine Art logische Sackgasse
Wenn das Schrumpfol seine Wirkung getan hat, wird das ganze Universum zusammenknallen, und die gegen den Strich laufende Zeit wird uns voll ins Gesicht schlagen.


Wo ist denn Tiresias überhaupt?

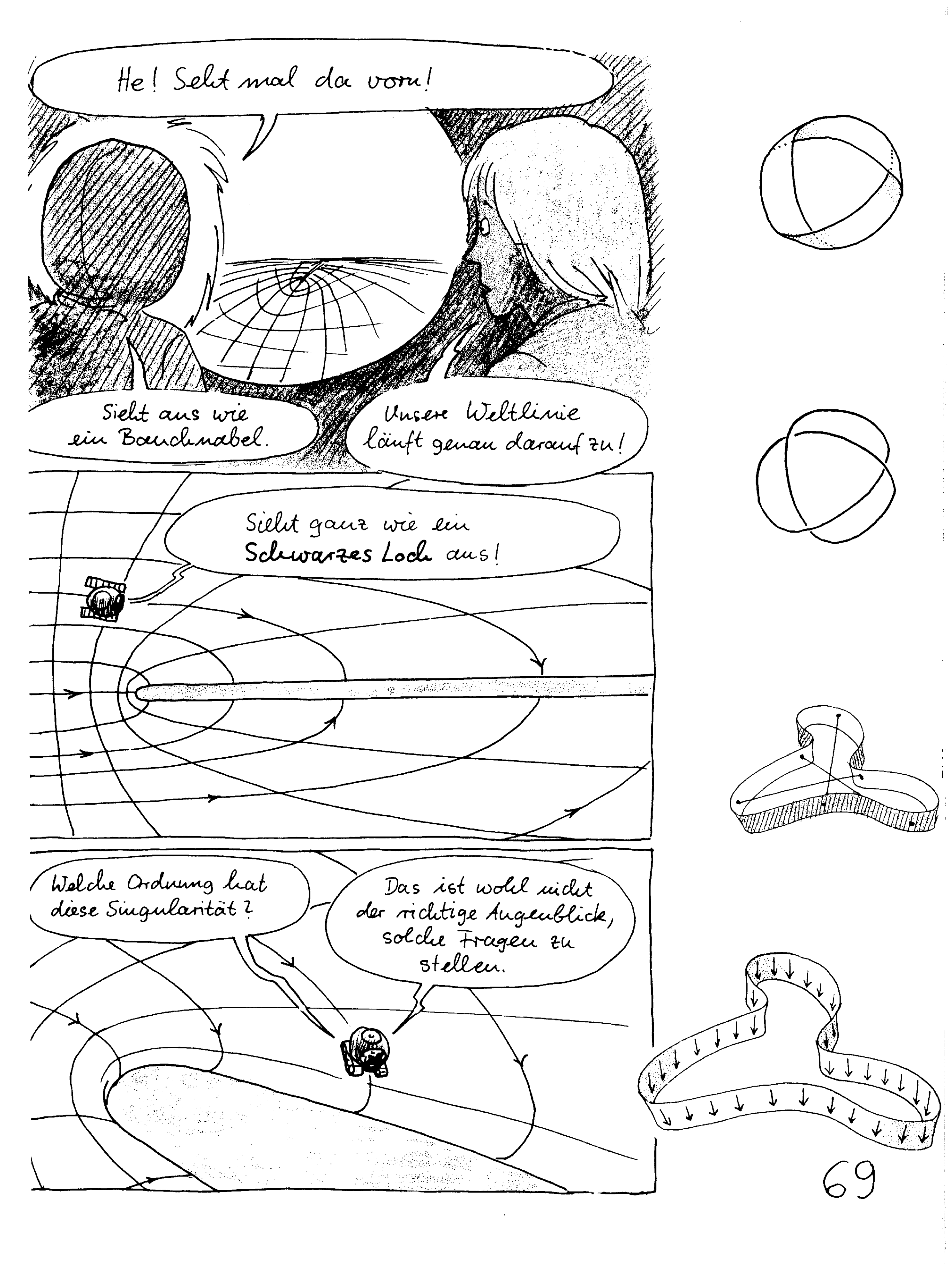

Kommt wir steigen in den Chronoskaphen, wir können versuchen, ihn von dort aus zu rufen.
Eine Suchmeldung?

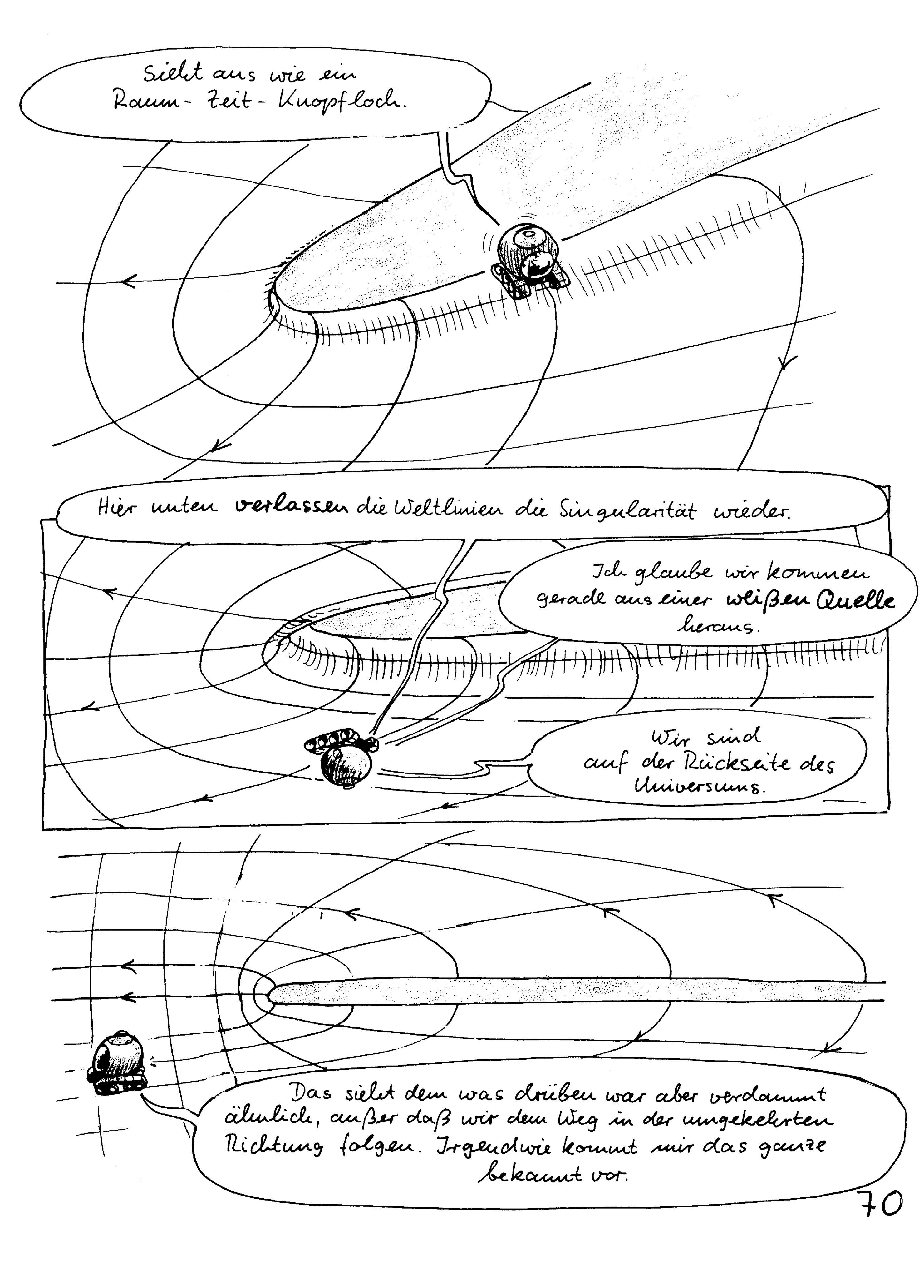


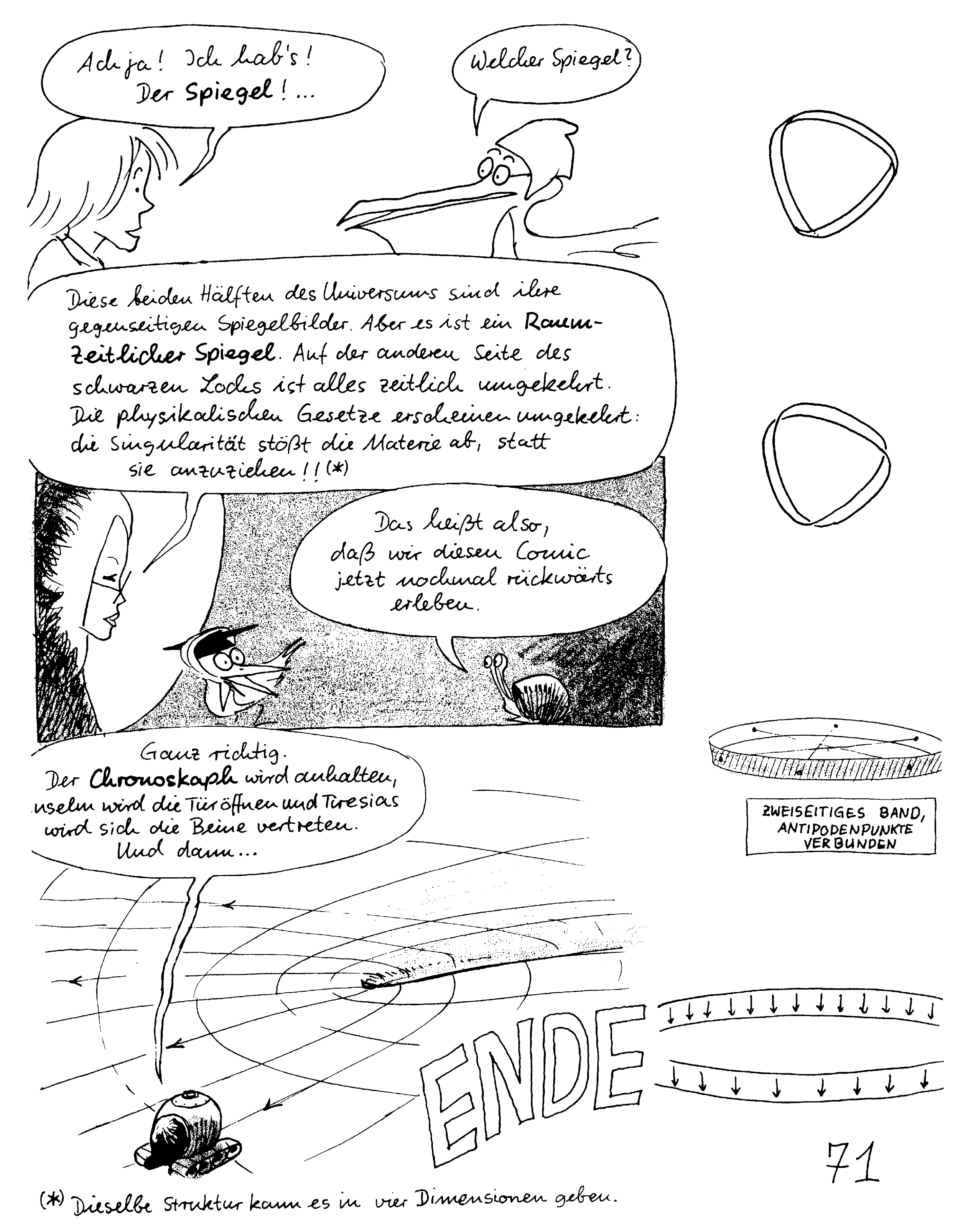
(*) Siehe „**Der Urknall**" in dieser Reihe.



Tiresias! Wo warst Du denn?
Klonk!
Ach, ich habe mir nur etwas die Beine vertreten.
Hoppla, der Chronoskaph! Er fährt los...
Du hättest die Tür nicht so zuschlagen sollen!
Wie kann man das Ding anhalten?
Du weißt doch, daß man es nicht anhalten kann!
Und wie steuert man es?
Du hast manchmal Ideen!!
Mi!
Einen Chronoskaphen steuert man nicht, er steuert Euch. Er folgt einfach einer Weltlinie...


He! Seht mal da vorn!
Sieht aus wie ein Bauchnabel.
Unsere Weltlinie läuft genau darauf zu!
Sieht ganz wie ein **Schwarzes Loch** aus!
Welche Ordnung hat diese Singularität?
Das ist wohl nicht der richtige Augenblick, solche Fragen zu stellen.


Sieht aus wie ein Raum-Zeit-Knopfloch.
Hier unten verlassen die Weltlinien die Singularität wieder.
Ich glaube wir kommen gerade aus einer weißen Quelle heraus.
Wir sind auf der Rückseite des Universums.
Das sieht dem was drüben war aber verdammt ähnlich, außer daß wir dem Weg in der umgekehrten Richtung folgen. Irgendwie kommt mir das ganze bekannt vor.



(*) Dieselbe Struktur kann es in vier Dimensionen geben.

WISSENSCAFTLICHER ANHANG

Der Hilbertschüler **Boy** entdeckte seine Fläche im Jahr 1902. Die erste analytische Darstellung wurde 1981 gegeben von Jérôme **Souriau** (Sohn des Mathematikers **J.M. Souriau**) und dem Autor. Die halbempirische Methode besteht darin, die Meridiane der Fläche durch Ellipsen zu beschreiben, welche dann parametrisiert werden. Die Koordinaten x, y, z des laufenden Punktes sind:

$$x = X_1 \cos\mu - Z_1 \sin\alpha \sin\mu$$
$$y = X_1 \sin\mu + Z_1 \sin\alpha \cos\mu$$
$$z = Z_1 \cos\alpha$$

mit:

$$\begin{cases} X_1 = \dfrac{A^2 - B^2}{\sqrt{A^2+B^2}} + A\cos\theta - B\sin\theta \\ Z_1 = \sqrt{A^2+B^2} + A\cos\theta + B\sin\theta \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}\sin 3\mu \qquad A(\mu) = 34 + 4{,}79\sin(6\mu - \pi/3) + 6{,}73\sin(3\mu - \pi/6)$$
$$B(\mu) = 34 + 4{,}79\sin(6\mu - \pi/3) - 6{,}73\sin(3\mu - \pi/6)$$

Meridiane: Kurven $\mu = \text{const}$; θ läuft von 0 bis 2π, μ von 0 bis π.

Das folgende **Basic**-Programm zeichnet eine Projektion die etwa der Abbildung auf Seite 43 entspricht:

(Apple II)

```
100 PI = 3.141592 : P3 = PI/3 : P6 = PI/6 : P8 = PI/8
110 HGR
120 HCOLOR = 3
130 FOR MU = 0 TO PI STEP 0.1
140 D = 34 + 4.79 * SIN (6 * MU - P3)
150 E = 6.73 * SIN (3 * MU - P6)
160 A = D+E
170 B = D-E
180 AL = (P8) * SIN(3 * MU)
190 C1 = A * A - B * B
200 C2 = SQR(A * A + B * B)
210 CM = COS (MU)
220 SM = SIN (MU)
230 FOR TE = 0 TO 6.283 STEP .03
240 X1 = C1/C2 + A * COS (TE) - B * SIN (TE)
250 Z1 = C2 + A * COS (TE) + B * SIN (TE)
260 REM KOORDINATEN
270 X = X1 * CM - Z1 * SIN (AL) * SM
280 Y = X1 * SM + Z1 * SIN (AL) * CM
300 REM ZEICHNUNG
310 HPLOT 130 + X, 80 + Y
320 NEXT TE
330 NEXT MU
```



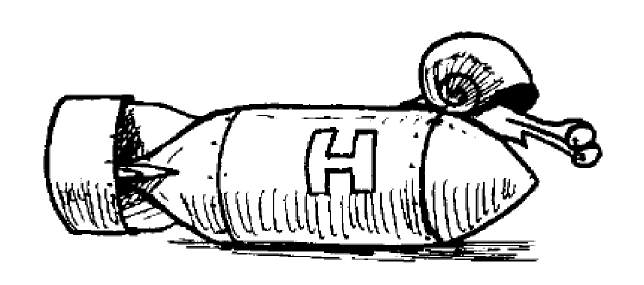
Savoir sans Frontières
http://www.savoir-sans-fontieres.com

Die Abenteuer von Anselm Lanturlu

Fröhliche Apokalypse

Jean-Pierre Petit

Übersetzung aus dem Französischen von Cleo Bertelsmeier



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

PROLOG

Der Urkontinent, eine dünne Kruste aus fest gewordener Magma, hat sich in Fragmente gespalten. Irgendwo auf einem dieser dorther stammenden Steine, die Zeinen-Sippe.



(*) Butteraloren


Glücklicherweise erreichen sie uns in diesen Höhlen nicht.
Diese Blätter haben einen geringen Nährwert
Und außerdem schmecken sie wirklich eklig.
Hey, da kommt was!
Von Zeit zu Zeit vertrieb der Wind die Hörnermuffel und brach die Brotbäume
Super
Wenigstens einmal ist uns der Wettergott geneigt.
Aber von diesen außergewöhnlichen Gelegenheiten abgesehen, widerstand die Rinde des Brotbaumes den Zähnen der Zeinen recht gut.
Ja, es ist noch kälter geworden!
Warum hat uns die Natur so lächerliche Zähne gegeben?
Gehen wir nach Hause, sonst erkälten wir uns.



In der Tat waren die Zeinen mit der näher kommenden Eiszeit dauerhaft verschnupft.



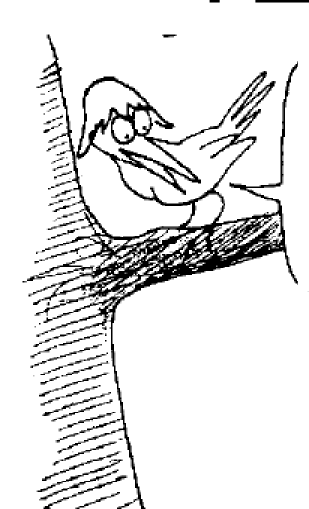
Wenn der Wettergott uns nicht schnell einen Brotbaum gibt, werden wir verhungern.



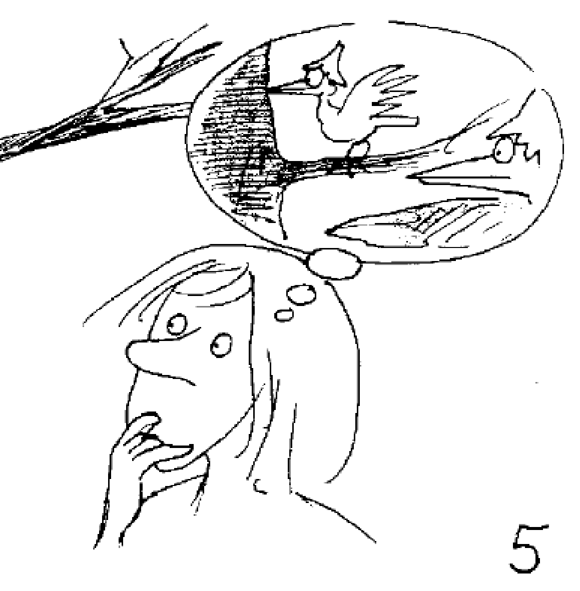
Schauen wir mal. Wenn ich mit all meiner Kraft mit meinem Finger auf die Rinde drücke, bin ich nicht in der Lage, sie zur durchstechen.



DIE GEBURT DER TECHNOLOGIE



Kraft: zehn Kilos
Kontaktfläche: ein Quadratzentimeter. Der **Druck**, der ausgeübt wird, reicht nicht aus um die Rinde zu durchstechen.




Kraft * zehn kilos Kontaktfläche ein Quadratmillimeter ein Druck 100 mal höher…
Es klappt!
Was !?!
Schnell!
Vorluck! Pflichka! Schnell gucki!
Wie hast du gerechnet?
Dieser Steinsplitter ist wie eine Klaue!
Der Pterodaktylus frisst manchmal vom Brotbaum indem er seine Klauen benutzt.
In nur kurzer Zeit schafft es der Stamm, einen Brotbaum in kleine Stücke zu zerlegen
Amateurarbeit!

Die Werkzeug-Waffe




Ich habe eine Idee! Was sagen Sie dazu?
Gar nicht blöd. Damit kann man aus sicherer Entfernung zuschlagen!
Die Hörnermuffel besetzen das **TERITORIUM**, auf dem sich unsere Butyrodendronen befinden. Wenn wir Butter auf unseren Brötchen haben wollen, müssen wir sie dort vertreiben.
Damit?
Die Lederhaut des Hörnermuffels ist sehr dick , vor allem an den Seiten und auf den Füßen. Die verletzlichsten Stellen müssten der Hals und der Bauch sein.
Sie ist weise und gibt guten Rat. Schade, dass sie so schlecht sieht.
Heiliger Bimmbamm, wir haben uns keinen kleinen ausgesucht!
Schnurff?


Die Technologie …ein andermal!
Wir kommen auch ohne Butter aus!
AAAAAAAH
ARGL!
!!!
Wir haben den Hörnermuffel gefunden!
Wir haben den Hörnermuffel gefunden!
Die Priesterin hatte Recht, sie sind nicht unsterblich! Wenn man Löcher rein macht, sterben sie wie wir.-
Nun gehören uns diese Sukkulenten, Früchte des Butyrodendrons!


Dieses Ereignis hatte unvorhergesehene Folgen.
Sagt, wisst Ihr, dass das nicht schlecht ist?
Was? Das rote Zeug?
Ah! Lasst mich auch kosten!
Lass sofort mein Stück los!
Nein! Es gehört mir!
Du gehst mir auf die Nerven!
AAAAAH!...
Die Zeinen dezimierten die Hörnermuffel und die Savanne gehörte ihnen. Doch eines Tages…
Was ist das?
Ist das Kopf oder Schwanz?
CHNÜF



(*) Das ist ein Ankylosaurus.

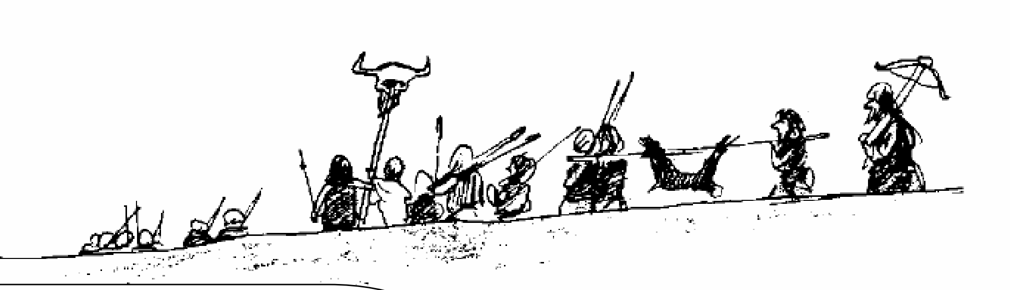

Ein EINSCHLAG ist eine extrem brutale Bremsung, die nur dank Ausübung einer starken Kraft entstehen kann.
Anders gesagt, mit dieser MASSE kann man einen extrem hohen Druck herstellen, auch wenn es nur während einer sehr kurzen Zeit ist.
Und deshalb tut es weh!
POK!

WURFWAFFEN


Warum nicht die beiden Effekte KOMBINIEREN, die Kraftverstärkung des Druck an der Kontaktstelle aufgrund der Geometrie des sich wendenden Objekts und den Effekt der Anhäufung kinetischer Energie.
Du glaubst, dass das klappt?
Mein fester Glauben…
Langsam, langsam..



Von diesem Moment an, passierte alles sehr schnell.



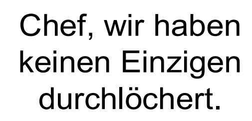
Im Grunde ist eine Waffe nicht mehr als eine gewisse Menge Energie, die in möglichst kurzer Zeit geliefert wird, und zwar auf einer möglichst kleinen Oberfläche.



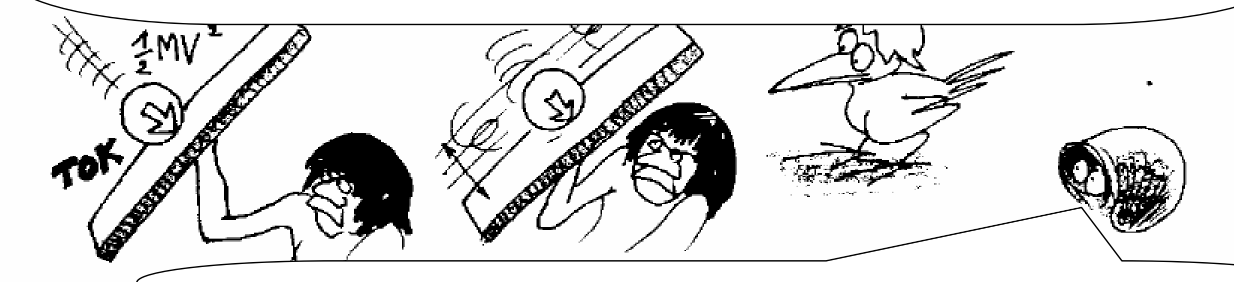
PANZERUNG

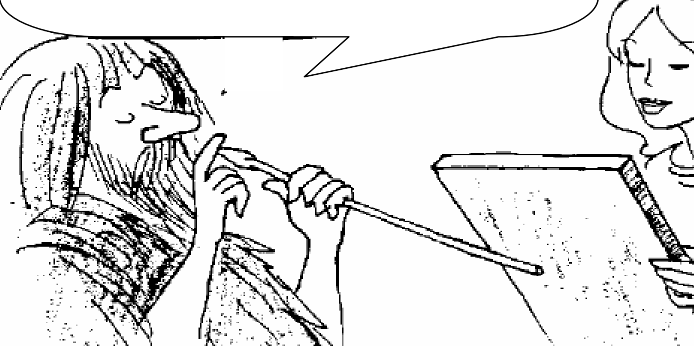


Chef, da kommen noch andere von dort hinten!
Andere? Welche anderen?
Sie haben sehr wohl zwei Arme, zwei Beine, aber sie haben nicht die gleiche Farbe wie wir.
Sie sind also sehr anders. Das mag ich gar nicht…
Auch wenn sie uns ähneln, sind sie wahrscheinlich keine Menschen.
Und vielleicht bedrohen sie unsere Pflanzen, unsere Butyrodendronen..
Unser einziges Gut.
Ich denke, wir sollten sie präventiv töten, danach sehen wir weiter..
Ja!
Das ist es! Töten wir sie präventiv!
Also wurde eine Abordnung des Stammes der ZEINEN zu dem Treffen der ZANDEREN geschickt.
Sie ist gerade in das TERRITORIUM der anderen eingedrungen.


Chef, wir haben keinen Einzigen durchlöchert.
Während sich die Zeinen, so gut es geht, die Löcher gegenseitig stopfen…
Es ist uns gelungen, eines der Geräte zu erbeuten, die sie benutzen.


Ziehen wir uns zurück, um nachzudenken.
Die Erklärung ist einfach : Zunächst widersteht das Material selbst, das Hörnermuffelleder, besser der Durchlöcherung. Es ist imstande einen höheren Druck pro Quadratmillimeter auszuhalten, als unsere Haut. Danach kann die Verlangsamung des Projektils, die Absorption seiner Energie ½ MV² auf einer weitaus größeren Strecke stattfinden. Der Schlag wird abgefangen.


½MV²
TOK
Und dieses Schild verteilt die Kraft auf einer größeren Oberfläche.
Anders gesagt, man geht den Weg rückwärts. Mit dem PFEIL konzentriert man die (kinetische) Energie im Raum (Punkt) und in der Zeit (STOß)
Hier verteilt man hingegen die Energie auf einer größeren Oberfläche und verlängert ihre Absorption in der Zeit.


Hey, schaut euch das mal an!







Die Oberfläche eines Einschlags ist hundert mal größer und die Absorptionszeit des Schocks zehn mal länger : Ein Zehntel einer Sekunde statt eines Hunderstels.

Also ist der Maximaldruck tausend mal geringer

In der Tat ist der Schädel nicht geplatzt, aber ich habe ein wenig Angst, dass die Beschleunigung, welche seine grauen Zellen erfahren haben, ein wenig hoch gewesen ist.

Die verschiedenen Menschenstämme teilen sich das zur Verfügung stehende Terrain, die TERRITORIEN formen eine Art Pflasterung über das Gebiet. Zwischen den Territorien befindet sich ein Niemandsland dessen Breite so weit reicht, wie die Reichweite der Wurfwaffen.

ZEINEN

Z ANDEREN

XBR SIE

MAXIFLONS

DIE ARMEE



Die ZEINEN und die ZANDEREN verbreiteten dieses Schildsystem in großen Mengen in ihren Territorien. Von Zeit zu Zeit ereigneten sich allerdings ernstere Auseinandersetzungen. Einer der beiden Belagerer zog sich alsbald in sein neu definiertes Lager zurück. Und nach einem großzügigen Austausch gegenseitiger Beleidigungen blieben die Dinge wie gehabt.

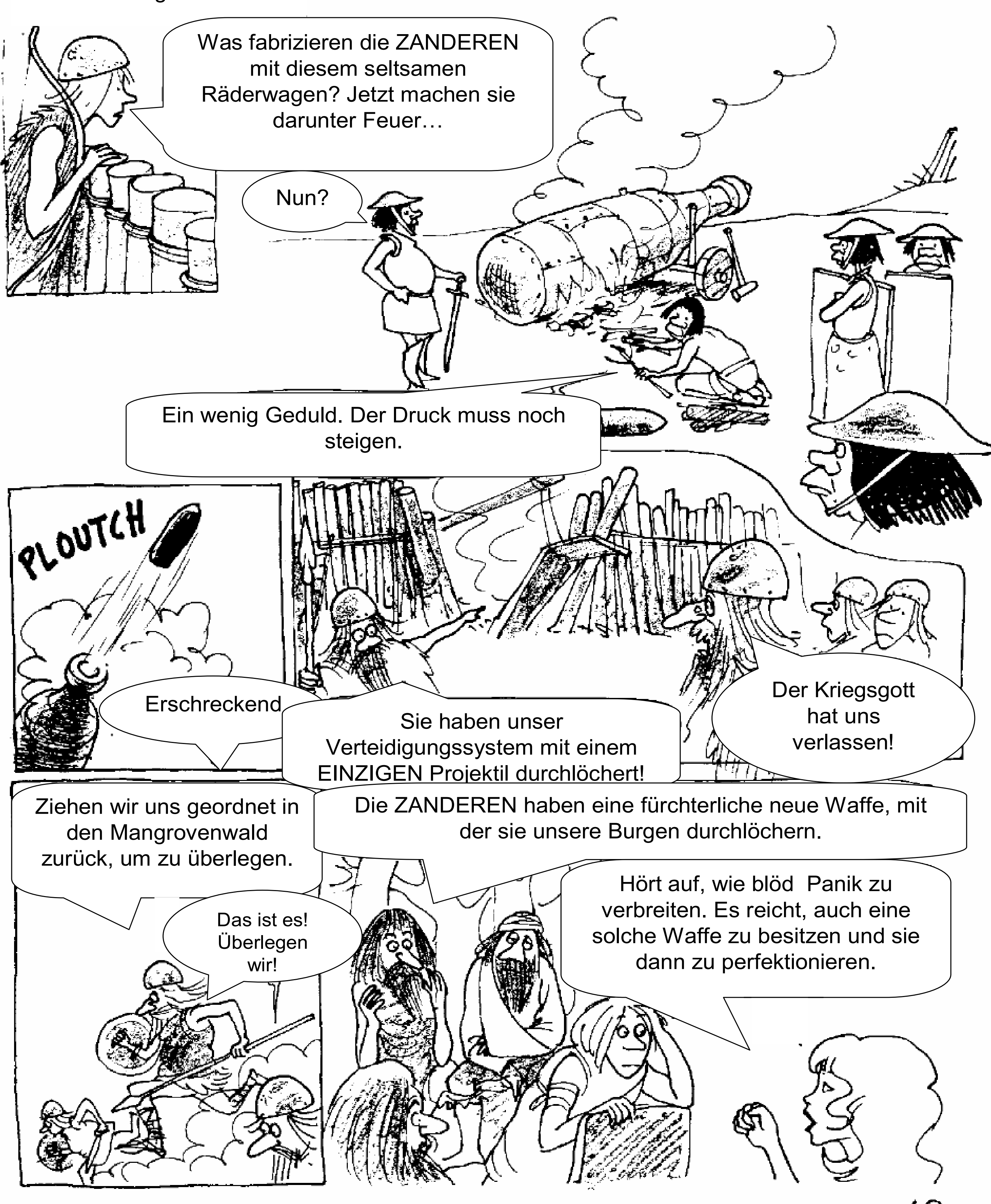


Diesen Zustand nannte man
FRIEDEN

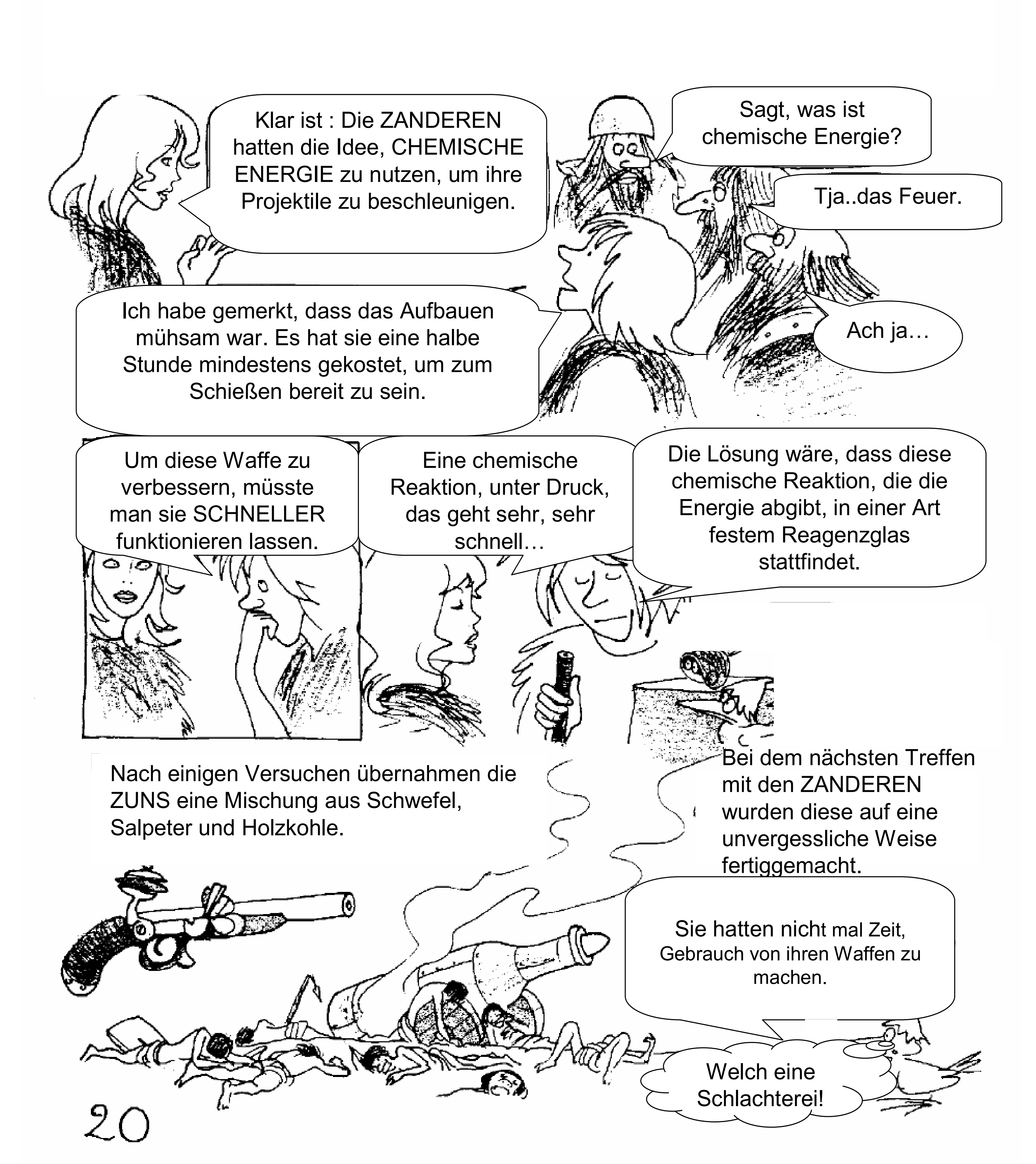
DIE SCHUSSWAFFE



In der Festung der ZEINEN



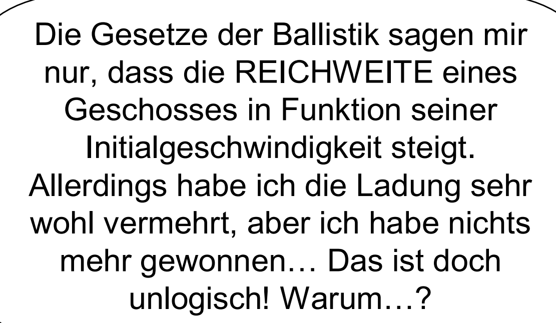
DAS WETTRÜSTEN





Will jemand eine Tasse Tee?
Das alles dank des magischen schwarzen Pulvers. Das ist unglaublich…
Das zerlöchert euch einen Mann auf hundert Klafter Entfernung.
Oh, das ist unglaublich! Ich habe das Äquivalent von vier Ladungen verbrannt, ohne es zu schaffen dieses Wasser abzukühlen.
Um ehrlich zu sein, mit einer Ladung schaffe ich es gerade einmal, einen erbärmlichen Teelöffel Wasser zu erhitzen.
Wie kann man jemanden mit einem kleinen Löffel heißen Wassers töten?
Natürlich verabsäumten die ZANDEREN nicht, ebenfalls ähnliche Waffen herzustellen. Jeder bemühte sich also die Leistung und die Reichweite seiner Todesmaschinen zu verbessern.
Alles liegt in der Kürze der Energieübertragung vom Pulver auf die Kugel, dann von der Kugel auf die Rüstung.

RAKETEN


Die Gesetze der Ballistik sagen mir nur, dass die REICHWEITE eines Geschosses in Funktion seiner Initialgeschwindigkeit steigt. Allerdings habe ich die Ladung sehr wohl vermehrt, aber ich habe nichts mehr gewonnen… Das ist doch unlogisch! Warum…?




Nun, wenn man einfach so in die Luft schießt, ohne Geschoss, kommen die Gase nicht sehr viel schneller heraus. Das bedeutet, das Problem stellt sich bei den Gasen.
Das Gas muss seine eigene Trägheit besiegen.


Das ist unlösbar!


Wenn man allerdings die Ladung IN das Geschoss tun und es so drechseln könnte, dass es sich beim Beschleunigen von dem Gas trennt…

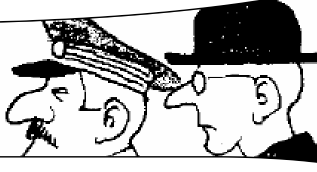








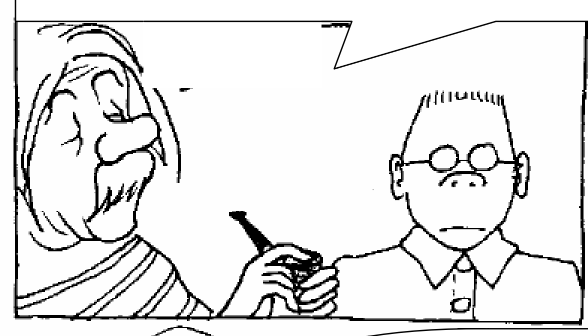


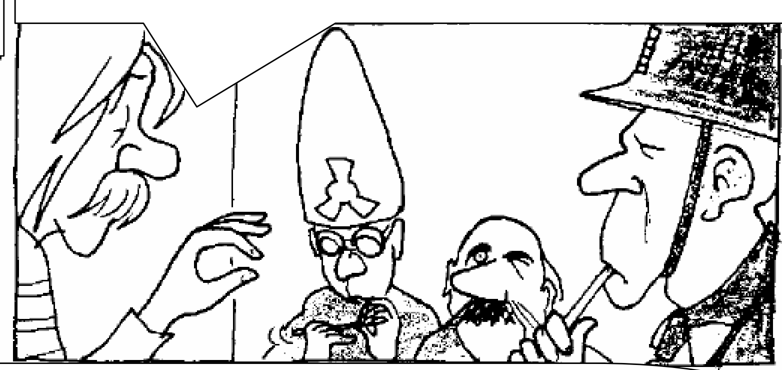

Wunderbar! Alles läuft exakt nach meinen Berechnungen.
Es handelt sich um einen immensen Fortschritt : es wird zukünftig möglich sein, direkt die Hintermänner seines Feindes anzugreifen.

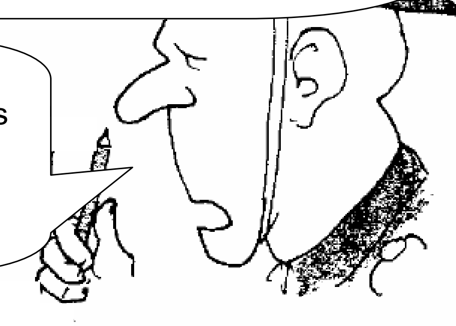

Meine Regierung ist bereit, euch sofort eine große Anzahl dieser wunderbaren **Verteidigungs**maschinen abzukaufen.
Meine Regierung auch!
Du Schweinehund, ich war vor dir da!
Wie kannst du es nur wagen..
Meine Herren, Sie werden sich doch hoffentlich nicht deswegen prügeln!
Gott sei Dank gibt es genug für alle!
VERTEIDIGUNG
CLONK
CLONK
CLONK
Scheiße, ich bin zu spät
Ah, ein Platz!
Hm, das ist knapp.
Mit diesen Maschinen zu manövrieren ist kein Kinderspiel.
!...
BiNG!
Glücklicherweise bin ich versichert. Ich werde eine Nachricht hinterlassen…
MINISTERE DE LA DEFONCE NATIONALE
FRAPPEZ FORT



DIE ATOMWAFFE

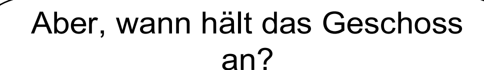


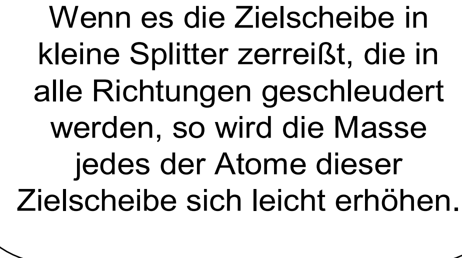




Wunderbar! Sie haben Recht! Die kleine Masse die von den Elektronen des Explosivs ihres Schießgewehrs verloren wurde, die finden Sie im sich bewegenden Geschoss wieder.

Aber, wann hält das Geschoss an?





Wenn es die Zielscheibe in kleine Splitter zerreißt, die in alle Richtungen geschleudert werden, so wird die Masse jedes der Atome dieser Zielscheibe sich leicht erhöhen.



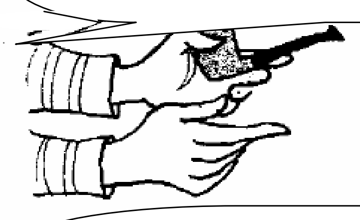




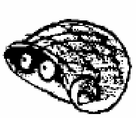
Anders gesagt, unter diesem Blickwinkel betrachtet, bleibt die Masse erhalten.

Wir haben neue Reaktionen entdeckt, die diesmal die Atomkerne ins Spiel bringen und für welche die Energiekonvertierung zehn Millionen mal höher ist.

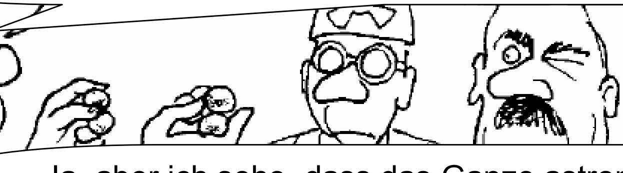
Im Grunde hätte man das statt KERNPHYSIK besser Kernchemie genannt!







Man findet in dieser KERNCHIMIE alle gewöhnlichen Aspekte des klassischen Chemie wieder. Einige Reaktionen brauchen Energie, wohingegen andere wiederum welche produzieren. Die FUSION entspricht der exogenen Synthese des Heliums aus Wasserstoffisotopen.



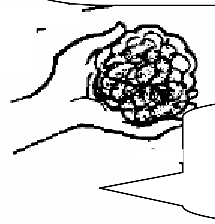
Ja, aber ich sehe, dass das Ganze astronomisch hohe Temperaturen ins Spiel bringt. Mehr als zehn Millionen Grad. Wo wollen Sie uns die finden?

Die Sonne, die DER Reaktor par excellence ist, hat uns für diese Kernchemie ein sehr instabiles Atom gebracht: das Uranium U235.

Aber wenn es instabil ist, hätte es doch schon vor Millionen von Jahren auf natürliche Weise zerfallen müssen.



Ich versteh´s nicht!

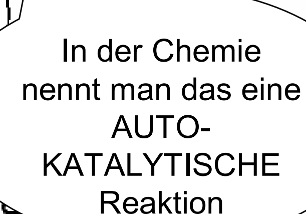


Isoliert zerfällt das Atom des Uraniums 235 in der Tat sehr langsam, indem es in zwei Teile auseinander bricht und ein Neutron emittiert.

KERNSPALTUNG

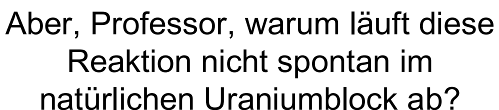
Das Neutron, das auf diese Weise entsteht kann seinerseits einen anderen Uraniumkern destabilisieren, was so dessen Platzen und das Freisetzen eines neuen Neutrons zur Folge hat. Und so weiter…

In der Chemie nennt man das eine AUTO-KATALYTISCHE Reaktion





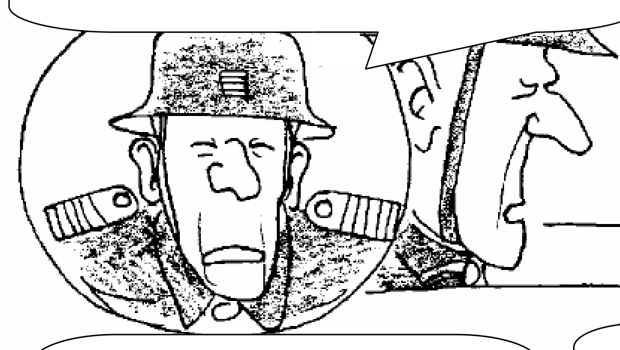
Autokatalytische Reaktion oder Kettenreaktion, das ist ganz genau das Gleiche.



Aber, Professor, warum läuft diese Reaktion nicht spontan im natürlichen Uraniumblock ab?

Elementär, mein lieber Kolonel, weil es sich bei 99,3% nicht mehr um Uranium 235 handelt, sondern um Uranium 238, das stabil ist!



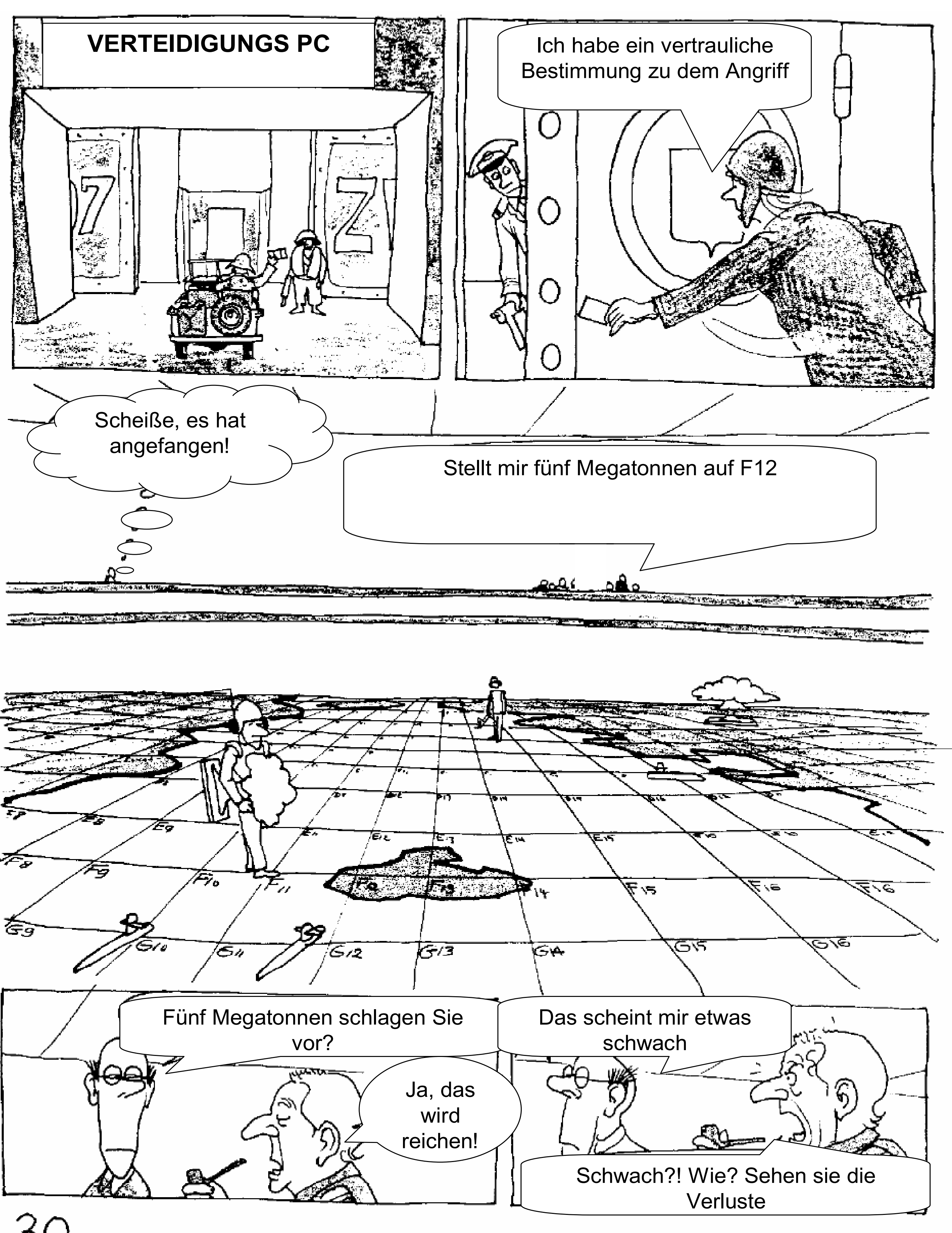


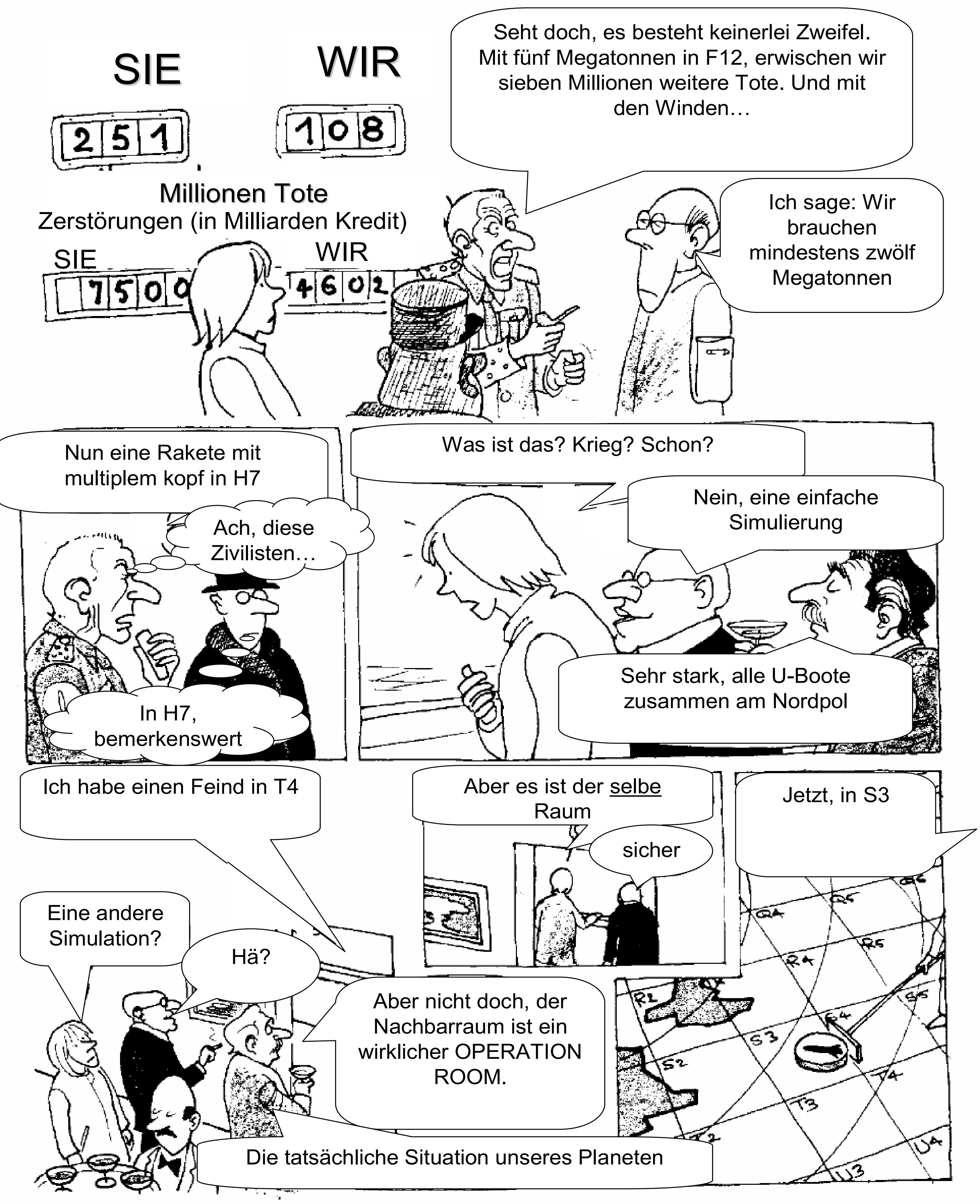
(*) Wenn du den Frieden willst, bereite Krieg vor (auf Latein)


Gut, wo werden wir unsere erste Atombombe ausprobieren?
Da, das sieht nicht schlecht aus. Eine freie Bucht.
Eine Gelegenheit : wir sind momentan im Krieg
Man könnte vielleicht die Leute vorwarnen, die in dieser Stadt wohnen? Das wäre doch in Ordnung, oder?
Anselm, seien wir ehrlich. Wenn wir die Leute vorwarnen, gehen sie weg. Und wie können wir dann noch die Effekte der Strahlungen auf Lebewesen feststellen?
Mein Kolonel, wenn Sie ihre Bombe jetzt testen wollen, dann rate ich Ihnen zur Eile, denn der Krieg hört wohl bald auf.
Mein Gott, Sie haben Recht!
Die Kinder…
schnell
Sagt, wenn ich die Bombe weihe, glauben Sie, dass das ihre Wirkung steigert?
Wie man so schön sagt, auch wenn es nichts nützt, schaden tut es nicht…



GLEICHGEWICHT DES TERRORS

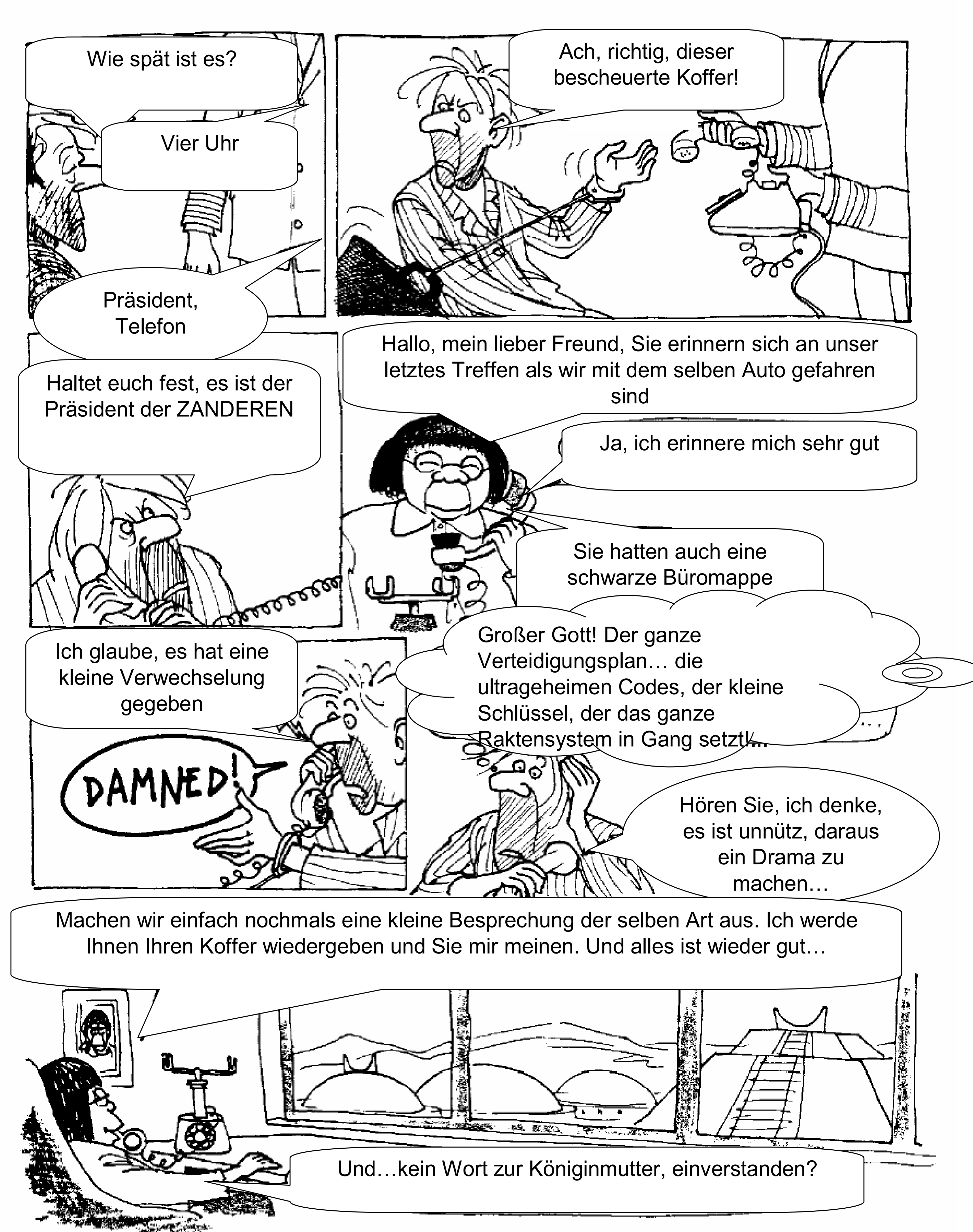

VERTEIDIGUNGS PC
Ich habe ein vertrauliche Bestimmung zu dem Angriff
Scheiße, es hat angefangen!
Stellt mir fünf Megatonnen auf F12
Fünf Megatonnen schlagen Sie vor?
Ja, das wird reichen!
Das scheint mir etwas schwach
Schwach?! Wie? Sehen sie die Verluste



SIE
WIR
251
108
Millionen Tote
Zerstörungen (in Milliarden Kredit)
SIE
WIR
4602
Seht doch, es besteht keinerlei Zweifel. Mit fünf Megatonnen in F12, erwischen wir sieben Millionen weitere Tote. Und mit den Winden…
Ich sage: Wir brauchen mindestens zwölf Megatonnen
Nun eine Rakete mit multiplem kopf in H7
Ach, diese Zivilisten…
In H7, bemerkenswert
Was ist das? Krieg? Schon?
Nein, eine einfache Simulierung
Sehr stark, alle U-Boote zusammen am Nordpol
Ich habe einen Feind in T4
Aber es ist der selbe Raum
sicher
Jetzt, in S3
Eine andere Simulation?
Hä?
Aber nicht doch, der Nachbarraum ist ein wirklicher OPERATION ROOM.
Die tatsächliche Situation unseres Planeten

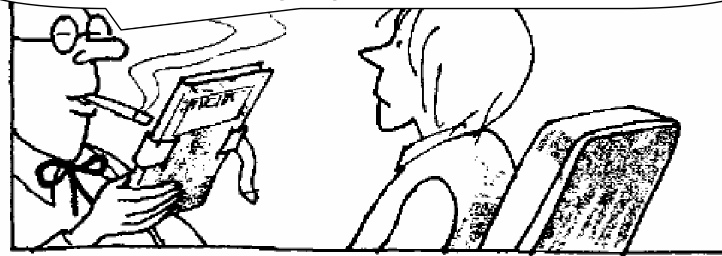


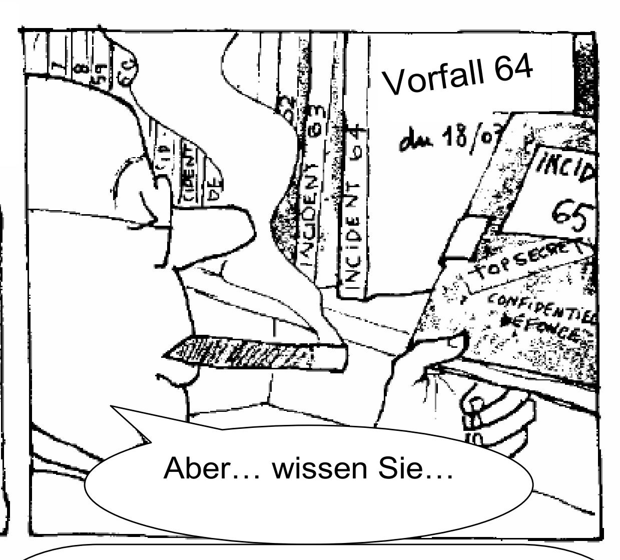
Das ist eine Rakete
Sie ist weniger als t minus 11 von unserem Verteidigungssystem entfernt
Haltet euch bereit
Sie ist in R2, überwindet die ersten Verteidigungsreihen.
Mein Lieber, wenn Sie meine Meinung wollen, steuern wir gerade auf einen guten Krieg zu.
Wenn Sie den Zuschlag wollen, müssen Sie vorausschauend handeln…wenn ich an Ihrer Stelle wäre
Aber Sie sind NICHT an meiner Stelle
Holen Sie den Präsidenten
Nein
Wer ist der Blödmann, der dieses Ding hier gelassen hat?
Mein General, wir waren dabei, diese Aufbauten zu verändern
Ach, diese Zivilisten.
Das wäre erledigt, ich habe alles wieder so eingestöpselt wie zuvor.
Hat jemand den Zustand der Sicherungen überprüft?
Pouêt Pouêt Pouêt
So was! Aus meinem Skop ist der Feind verschwunden1
Löschen Sie den Feind.
Entschuldigung, Herr Präsident, das war die Sicherung
Eine Sicherung…
…ist blöd!

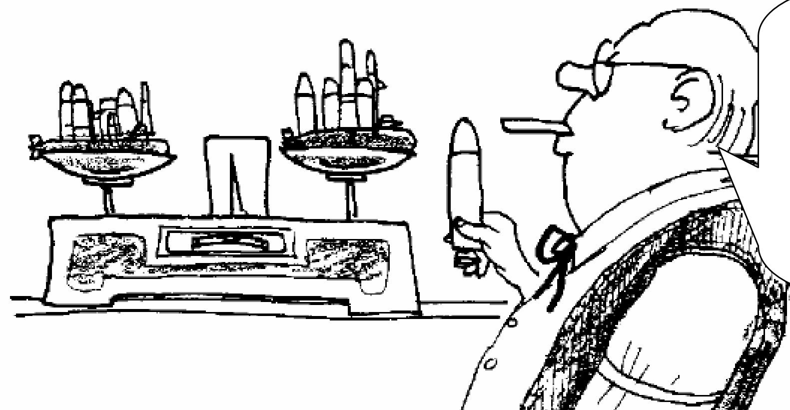


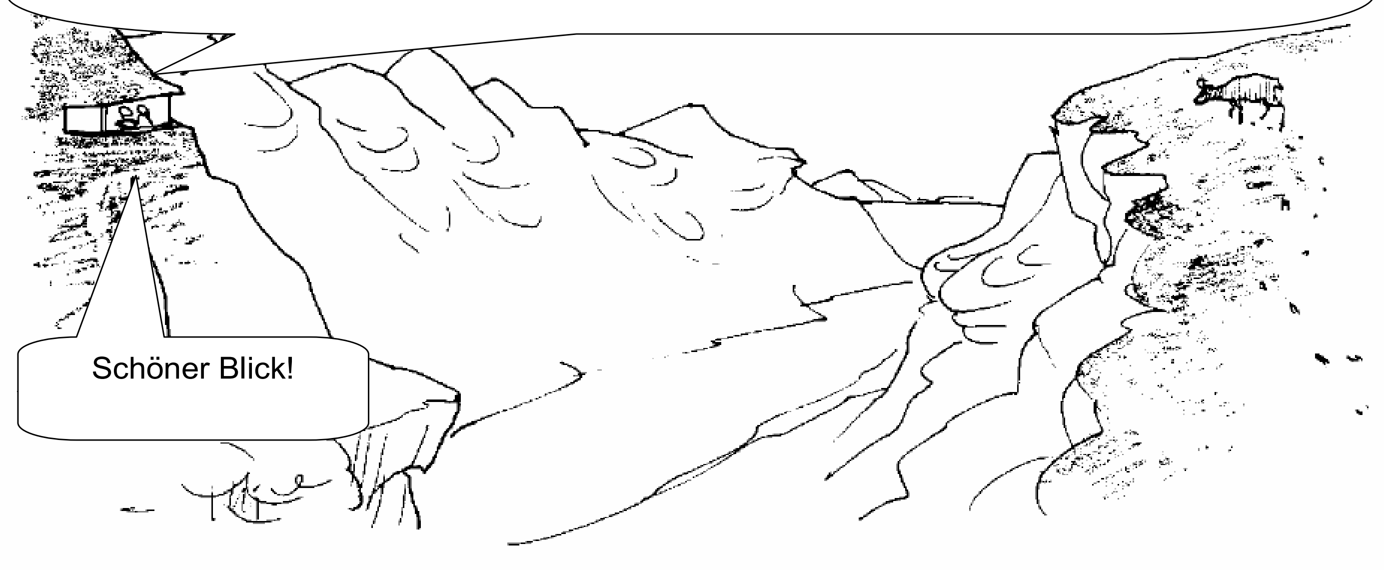
Wie spät ist es?
Vier Uhr
Präsident, Telefon
Ach, richtig, dieser bescheuerte Koffer!
Haltet euch fest, es ist der Präsident der ZANDEREN
Hallo, mein lieber Freund, Sie erinnern sich an unser letztes Treffen als wir mit dem selben Auto gefahren sind
Ja, ich erinnere mich sehr gut
Sie hatten auch eine schwarze Büromappe
Ich glaube, es hat eine kleine Verwechselung gegeben
DAMNED!
Großer Gott! Der ganze Verteidigungsplan… die ultrageheimen Codes, der kleine Schlüssel, der das ganze Raktensystem in Gang setzt!...
Hören Sie, ich denke, es ist unnütz, daraus ein Drama zu machen…
Machen wir einfach nochmals eine kleine Besprechung der selben Art aus. Ich werde Ihnen Ihren Koffer wiedergeben und Sie mir meinen. Und alles ist wieder gut…
Und…kein Wort zur Königinmutter, einverstanden?

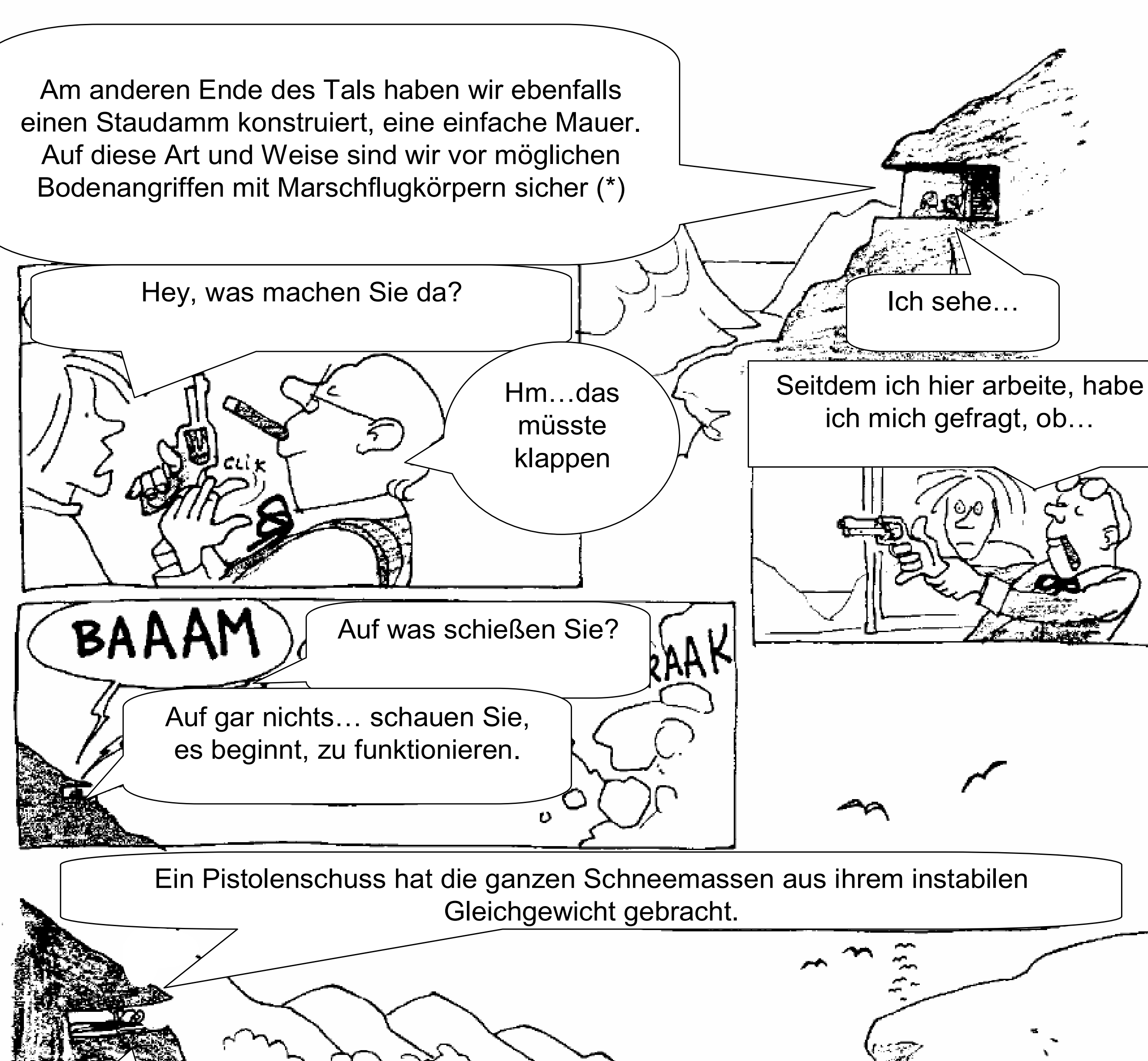
DER LASER


Ich habe Ihren Bericht bezüglich des Verteidigungs PCs gelesen. Sehr präzise, sehr gut gemacht.


Vorfall 64
INCIDENT 63
INCIDENT 64
65
TOP SECRET
Aber… wissen Sie…


Die Zanderen bauen neue Silos auf, wir produzieren genau so viele auf unserer Seite. Sie erhöhen die Anzahl ihrer U-Boote und Raketen, wir auch. Nichts wirklich Entscheidentes in all dem…


Es hat diesen Winter viel geschneit. In dem ganzen Tal liegen enorme Schneemassen, die sich in der Umgegend der Gipfel noch im Gleichgewicht befinden und nur darauf warten, herunterzufallen. Weiter hinten, am Ende des Tals sieht man einen alten hydroelektischen Staudamm, der außer Betrieb ist.
Schöner Blick!



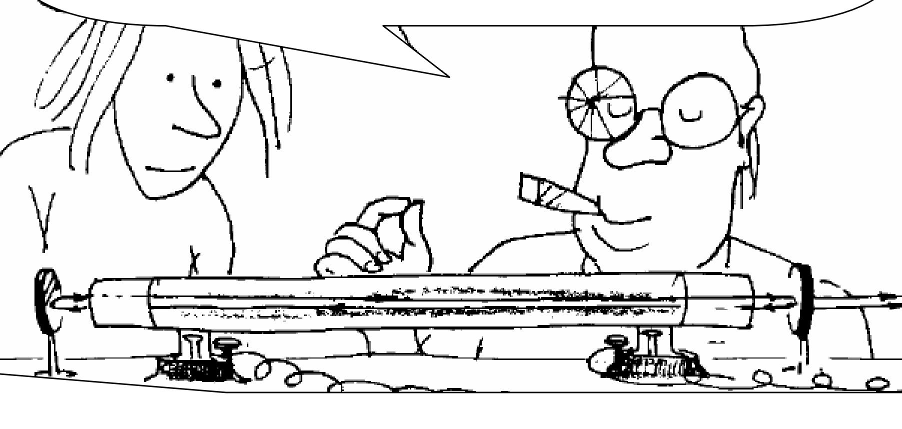
(*) Flugzeuge ohne Pilot, die bis zu 900 km/h schnell fliegen und Träger von mit dem Radar nicht zu detektierenden Atombomben sind, sie nähern sich ihrem Ziel, indem sie einige Meter über dem Boden fliegen.



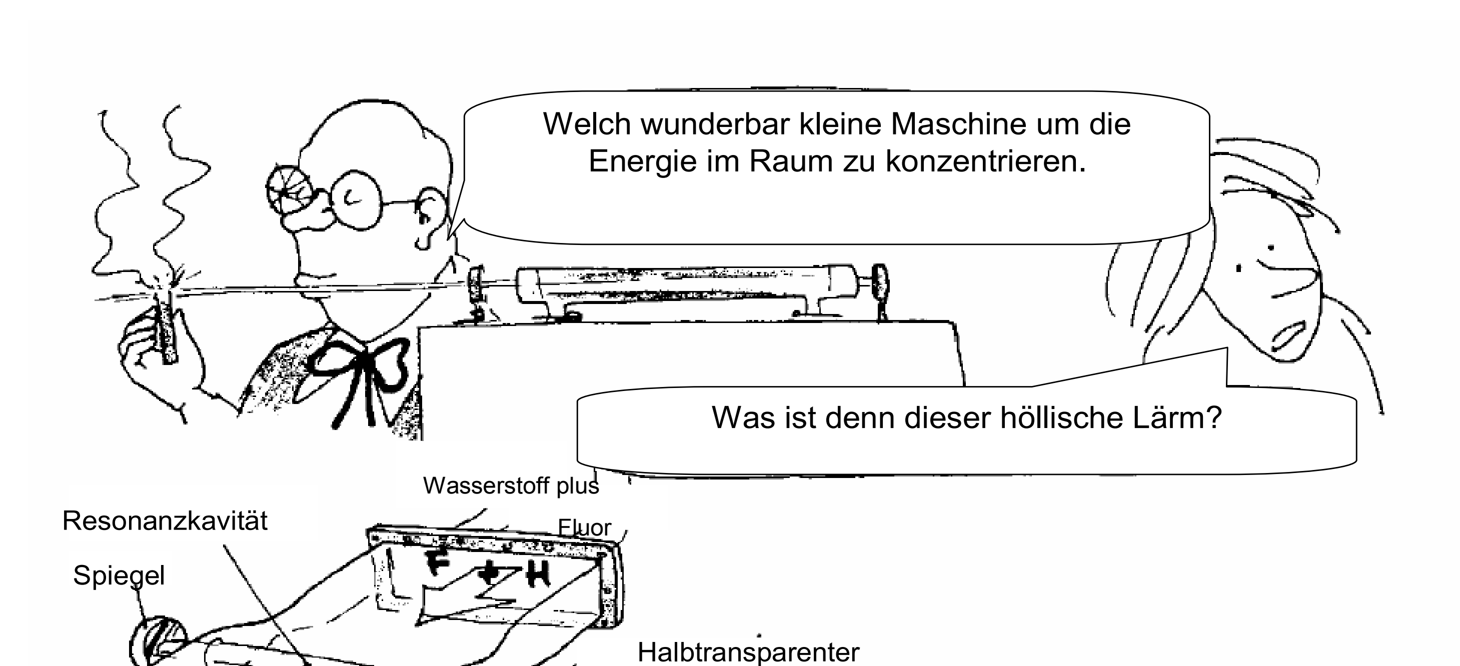




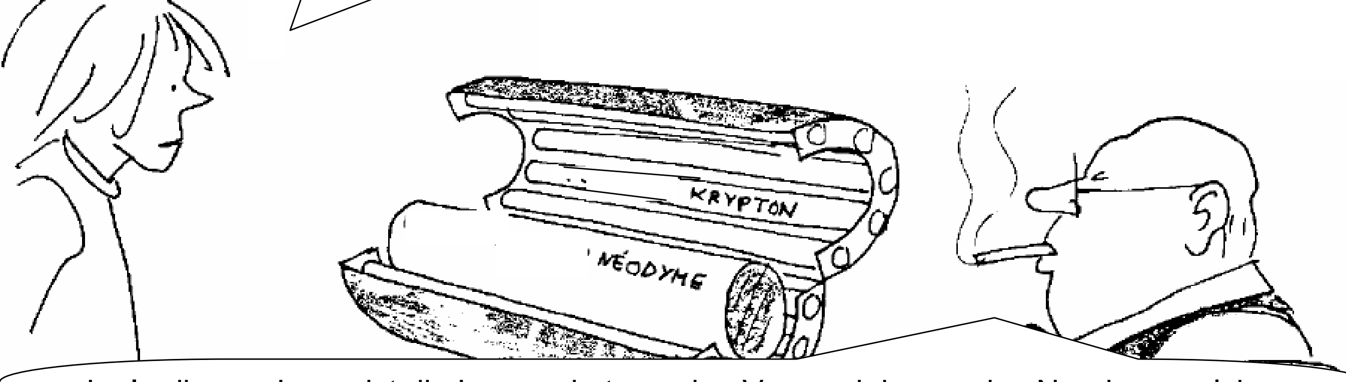




Das ist ein Gaslaser. Es handelt sich um eine elektrische Entladung, die die Energie in die (Argon-) Atome PUMPT oder gespeichert wird. Die Schallwelle von eben wird durch eine Lichtwelle ersetzt die zwischen zwei platten, perfekt parallelen Spiegeln hin- und hergeworfen wird. Die Spiegel ersetzen die Mauern, die das Tal geschlossen haben. Einer der beiden Spiegel reflektiert zu 100% und der andere nur partiell, was bedeutet, dass ein Teil der Energie durch ihn entweichen kann.



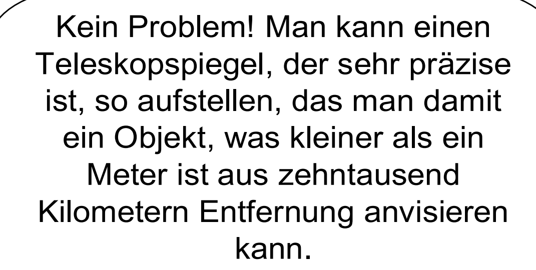
OPTISCHE PUMPE



WOOARRR

Nichts ist zerbrechlicher als die dünne Haut einer Rakete. Kaum anderthalb Millimeter Dicke. Und nichts weniger diskret als die gleiche Rakete in der Antriebsphase. Das ist eine auf Millionen von Kilometern detektierbare Fackel.

Die Satelliten, die mit Infrarotdetektion arbeiten, können eine solche Rakete finden. Aber wie kann man das so genau auf eine solche Entfernung schaffen?



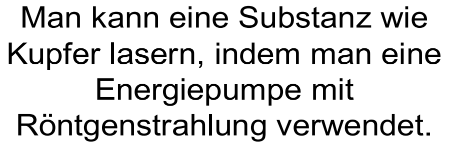
KRIEG DER STERNE

Gut, nehmen wir an, dass das Anvisieren eines Ziels im Raum ein gelöstes Problem darstellt. Wie kann man diese Schussstationen mit Energie beliefern?

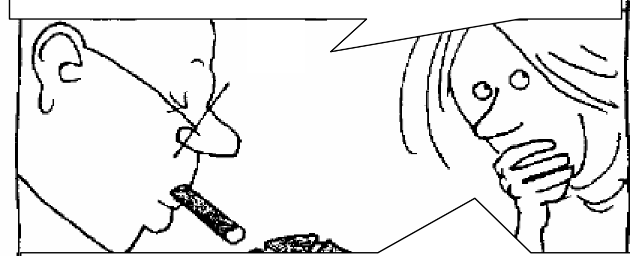
Die chemischen Laser sind wahrhafte orbitale Wasserspeicher. Das Produzieren von reichlich Energie dort oben ist auch nicht einfach.

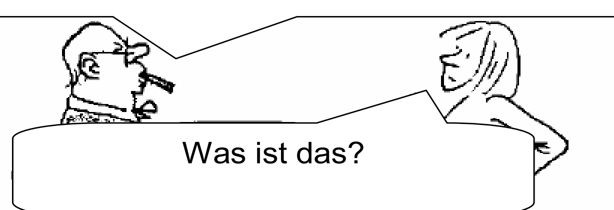


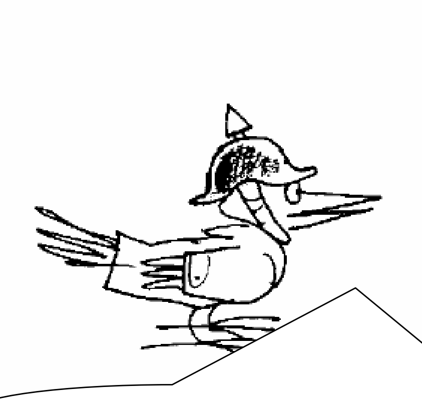
Aber wir haben eine andere Lösung

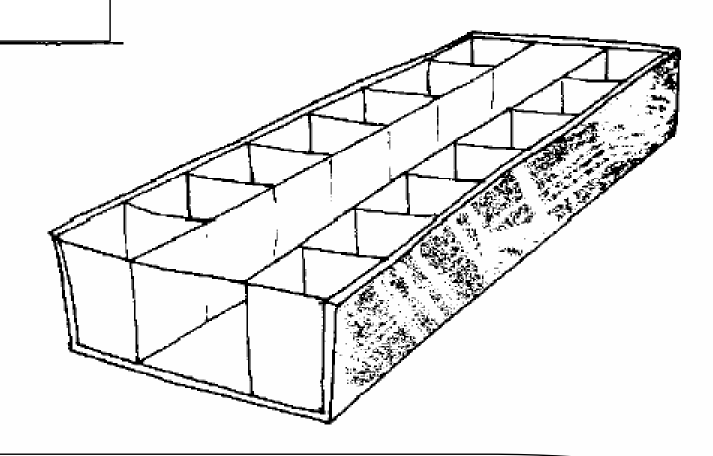

Man kann eine Substanz wie Kupfer lasern, indem man eine Energiepumpe mit Röntgenstrahlung verwendet.
Teufel, wie kann man denn Röntgenstrahlung in der Erdumlaufbahn herstellen?

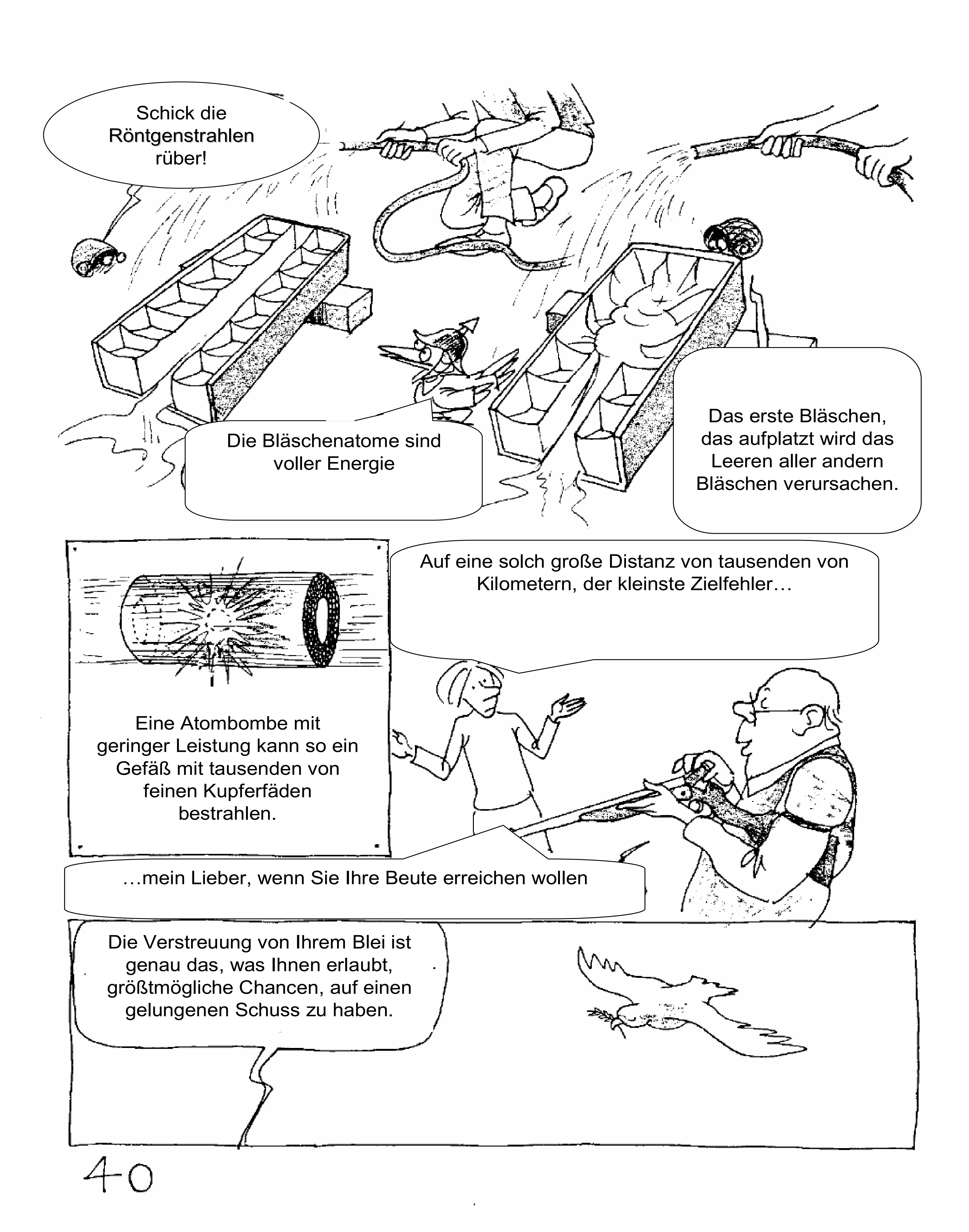

Einfach : Hiermit….

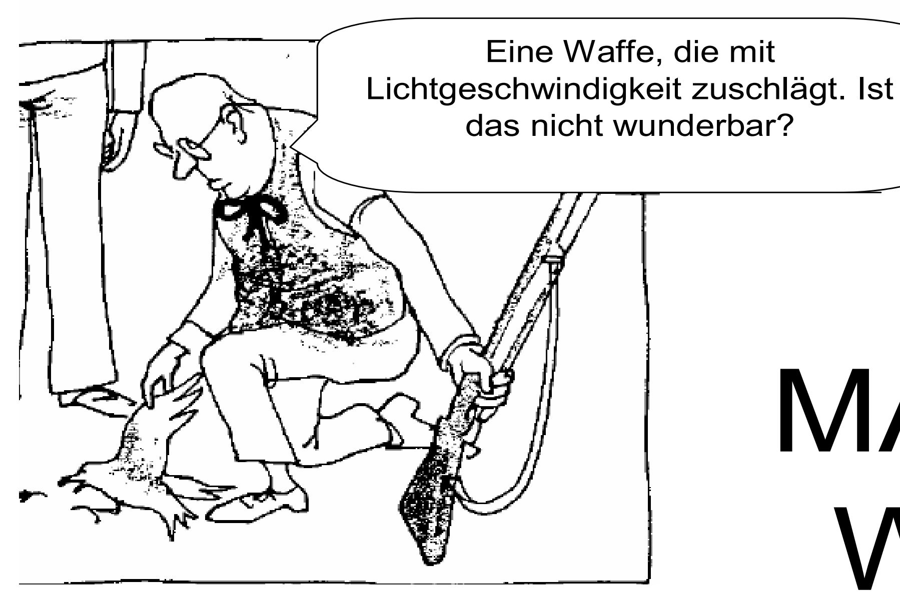

Eine Atombombe produziert einen wichtigen Teil ihrer Energie in Form von Röntgenstrahlung


Mit einem solchen Überfluss an Energie brauchen wir das nicht. Man kann mit Superstrahlung arbeiten.
Aber, wie werden die Spiegel hergestellt, die die Resonanzkavität darstellen?
Was ist das?




Stellt euch ein System vor, wo die Kästchen aus empfindlichem Papier konstruiert sind, jedes für ein Atom stehend.


Schick die Röntgenstrahlen rüber!
Die Bläschenatome sind voller Energie
Das erste Bläschen, das aufplatzt wird das Leeren aller andern Bläschen verursachen.
Eine Atombombe mit geringer Leistung kann so ein Gefäß mit tausenden von feinen Kupferfäden bestrahlen.
Auf eine solch große Distanz von tausenden von Kilometern, der kleinste Zielfehler…
…mein Lieber, wenn Sie Ihre Beute erreichen wollen
Die Verstreuung von Ihrem Blei ist genau das, was Ihnen erlaubt, größtmögliche Chancen, auf einen gelungenen Schuss zu haben.



ANTI MATERIE WAFFE

Zu gleicher Zeit bei den ZANDEREN

nd Sie sagen, dass das ing schon funktioniert?

Ihr Laser, der durch eine Miniatombombe angetrieben wird, hat schon tausend Terawatt ausgespuckt.

Sagen wir, wenn der Laser funktioniert, vor seiner Zerstörung durch Explosion der Bombe (*), produziert er eine Energie, die einem Spiegel entspricht, welcher die Fläche Frankreichs hätte.

Hmm… Was ist das, ein Terawatt ?

enn ich alles richtig verstanden habe, gibt das den ZEINEN einen ganz schönen Vorsprung.

Es gäbe vielleicht ein Mittel, einen absolut entscheidenden Vorsprung gegenüber den ZEINEN herauszuschlagen



Einen noch stärkeren Laser herstellen?

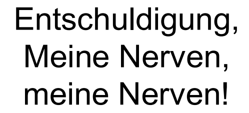
Während eines Zehntel eines Millionenstels einer Sekunde



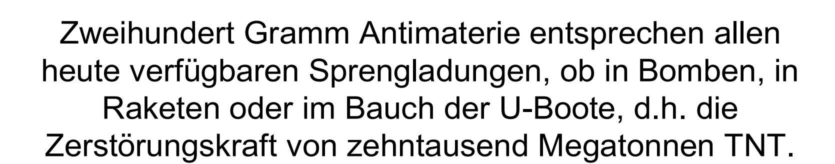
Seit einiger Zeit schon sind wir fähig, durch frontale Kollisionen zweier Teilchen in einem Beschleuniger Atome aus Antimaterie herzustellen. Wir können diese Atome aus Antimaterie auch wochenlang in einer magnetischen Falle zu lagern.
Kollisionsring
Lagerungsring
Antimaterie
Es wurde ein System erfunden, um diese Atome abzubremsen und bis zur Raumtemperatur zu kühlen.
Materie
Anti-Proton
+ Anti-Elektron
(Antiwasserstoff)
Wir können dann diese Antiwasserstoff-Atome, die mit ihrem negativen Antiproton und ihrem positiven Positron insgesamt neutral sind, mit einem Kristall aus normaler Materie kollidieren lassen.
Zwar zerstrahlt das Positron mit einem der Elektronen des Kristalls, aber das Antiproton, d.h. der Kern des Antiwasserstoff-Atoms, wird in die Kristallstruktur eingeschlossen. Somit erhält man ein Kristall, das **MIT ANTIMATERIE DOTIERT** ist.
Um ein solches mit Antimaterie dotiertes Kristall tatsächlich zu erzeugen, müssten wir einen Teilchenbeschleuniger derart ändern, dass er Antimaterie am laufenden Band produziert.
Ja, gut, damit würden Sie aber lediglich ganz kleine Mengen an Antimaterie produzieren können, etwa ein Milligramm?
Schätzen Sie aber auch richtig ein, was ein Milligramm Antimaterie bedeutet?

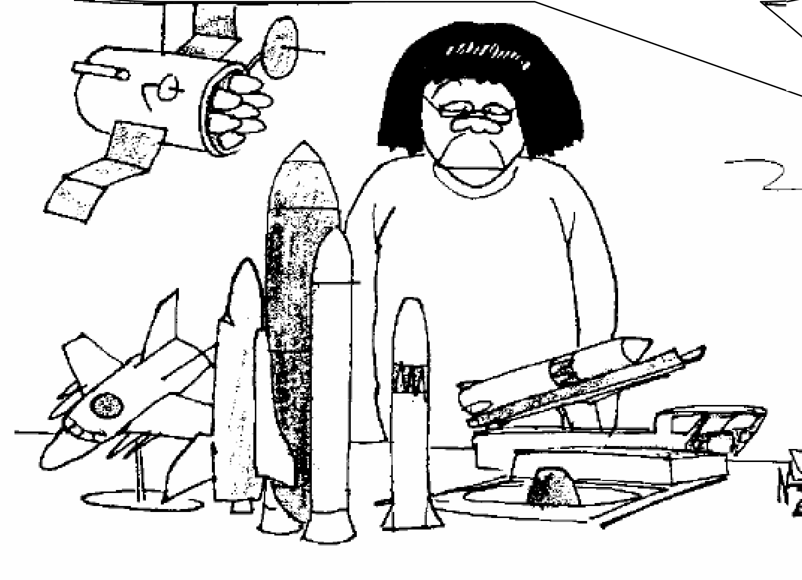

Zwanzig Megatonnen TNT


Aber… wie würde man eine derartige Bombe zünden?
Da hat man die Qual der Wahl. Man könnte z.B. einfach dieses Kristall… in Wasser lösen!
Was!?


Entschuldigung, Meine Nerven, meine Nerven!


Und wann könnten wir diese neuen Bomben haben?
Warum „Bomben“? Eine einzige würde ausreichen!



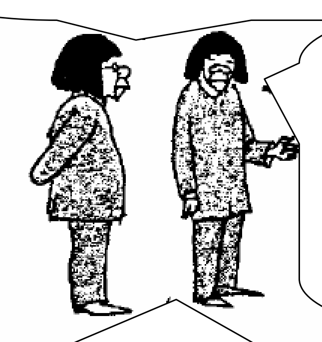

Zweihundert Gramm Antimaterie entsprechen allen heute verfügbaren Sprengladungen, ob in Bomben, in Raketen oder im Bauch der U-Boote, d.h. die Zerstörungskraft von zehntausend Megatonnen TNT.


Auf diese Weise könnten wir mit einer **einzigen** Rakete die ZEINEN endgültig ausrotten.

DIE EMP-WAFFE (*)

Fein! Aber wie könnten wir solch eine gefährliche Waffe in aller Sicherheit zum Feind bringen?





Wie Ihnen sicher bekannt ist, beschießt bei Eruptionen unsere Sonne die Erdatmosphäre mit allerlei Teilchen, so dass deren obere Schichten ionisiert werden. Es bilden sich dann elektromagnetische Stürme, die jeglichen Funkverkehr empfindlich stören.

Wir nehmen an, dass wir in der Lage sind, am Boden Impulse von fünfhundert Volt pro Zentimeter zu erzeugen, indem wir in fünfhundert Kilometer Höhe eine zehn Megatonnen-Bombe sprengen. Die Strahlung wird die oberen Schichten der Atmosphäre so ionisieren, dass es einen starken elektromagnetischer Sturm geben wird.

Was geht hier vor?

Der Radarbildschirm… schwarz!

Ist es Ihnen gelungen, den Präsidenten zu erreichen?

Hallo! Hallo! Die Verbindung ist abgebrochen!?

Wir haben gar keinen Kontakt mehr mit den U-Booten. Auch kann ich weder die Bomber noch die Mannschaften der landgestützten Abschuss-Silos erreichen.

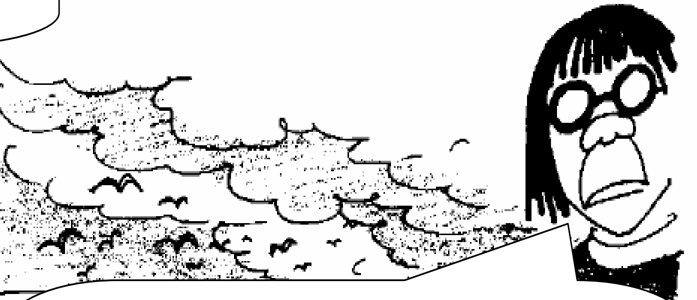
So, folgen wir dem roten Kabel bis zur Sicherung…

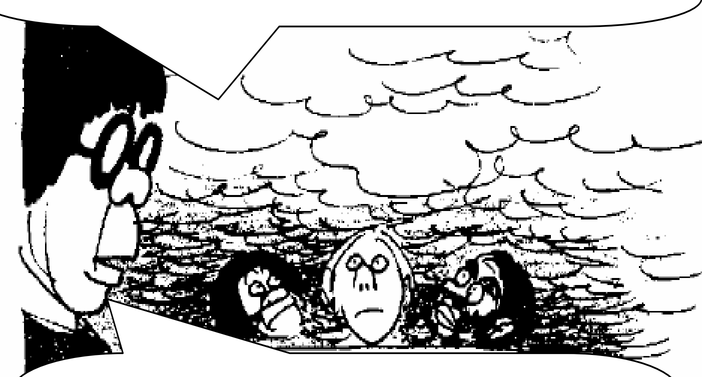
(*) *Elektro-Magnetischer Impuls*



DER NUKLEARE WINTER













(*) Dies entspricht einem Dynamitwürfel mit einer Seitenlänge von einem Kilometer.

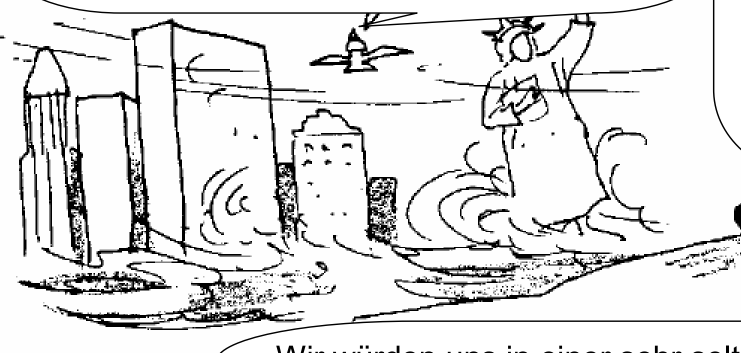


Auf der ganzen Nordhemisphäre fielen die Temperaturen um durchschnittlich 25°.



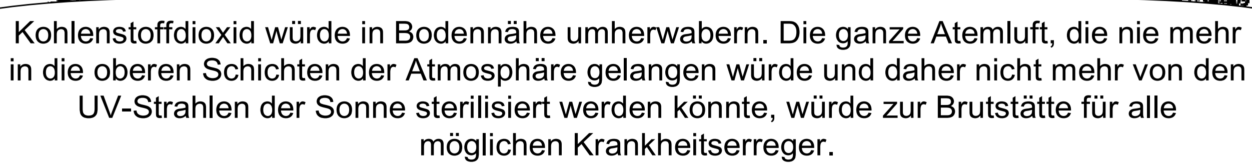
Ohne Licht würden sämtliche Pflanzen eingehen und uns damit alle Nahrungsgrundlagen entziehen.

Die hohen Temperaturenunterschiede würden in der Nähe der Küsten mächtige Stürme entfachen, während der mit Staub und Asche überfüllte Himmel ständig donnern würde.



Dieser Staub, welcher dann in der Stratosphäre hängt, würde alle Sonnenenergie absorbieren. Die Stratosphäre würde daraufhin ihrerseits diese Energie als Infrarotstrahlung emittieren. Die Hälfte davon würde an den Weltraum verloren gehen, während die andere Hälfte die mittleren Schichten der Atmosphäre erwärmen würde.

Wir würden uns in einer sehr seltsamen Situation wieder finden: wir hätten einen gefrorenen Boden und anderseits warme Luft weiter oben. Letztere entzöge dem Boden jegliche Feuchtigkeit. Auf diese Art und Weise würde die Atmosphäre **SUPERSTABIL** und daher gäbe es keinerlei Niederschläge mehr.



Kohlenstoffdioxid würde in Bodennähe umherwabern. Die ganze Atemluft, die nie mehr in die oberen Schichten der Atmosphäre gelangen würde und daher nicht mehr von den UV-Strahlen der Sonne sterilisiert werden könnte, würde zur Brutstätte für alle möglichen Krankheitserreger.

Ganz zu schweigen von den Strahlenschäden und…

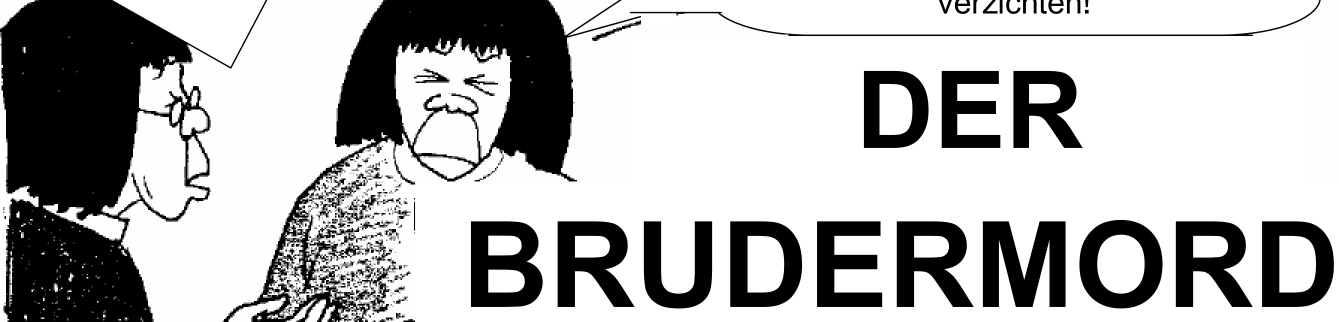
Gut. Wenn ich richtig verstehe, würde der „Sieger“ genau so geschädigt wie der Besiegte. Das ist doch komplett widersinnig…



Leider haben wir keine Wahl, fürchte ich. Den neuesten Nachrichten zufolge, welche uns ereilt haben, arbeiten die ZEINEN schon an einer Antimaterie-Waffe. Und falls sie sie vor uns bekommen sollten…

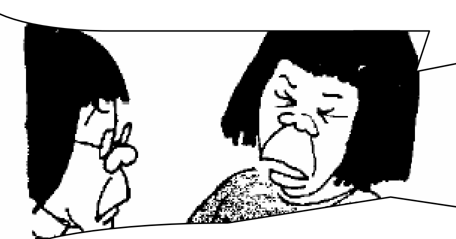
Könnten wir aber nicht einen kleineren Angriff in Betracht ziehen, sagen wir mal mit fünfhundert Megatonnen?

Bei diesem Vorgehen würde das Zerstörungspotential des Feindes bestehen bleiben, und auf den Gegenschlag können wir gut verzichten!



DER BRUDERMORD

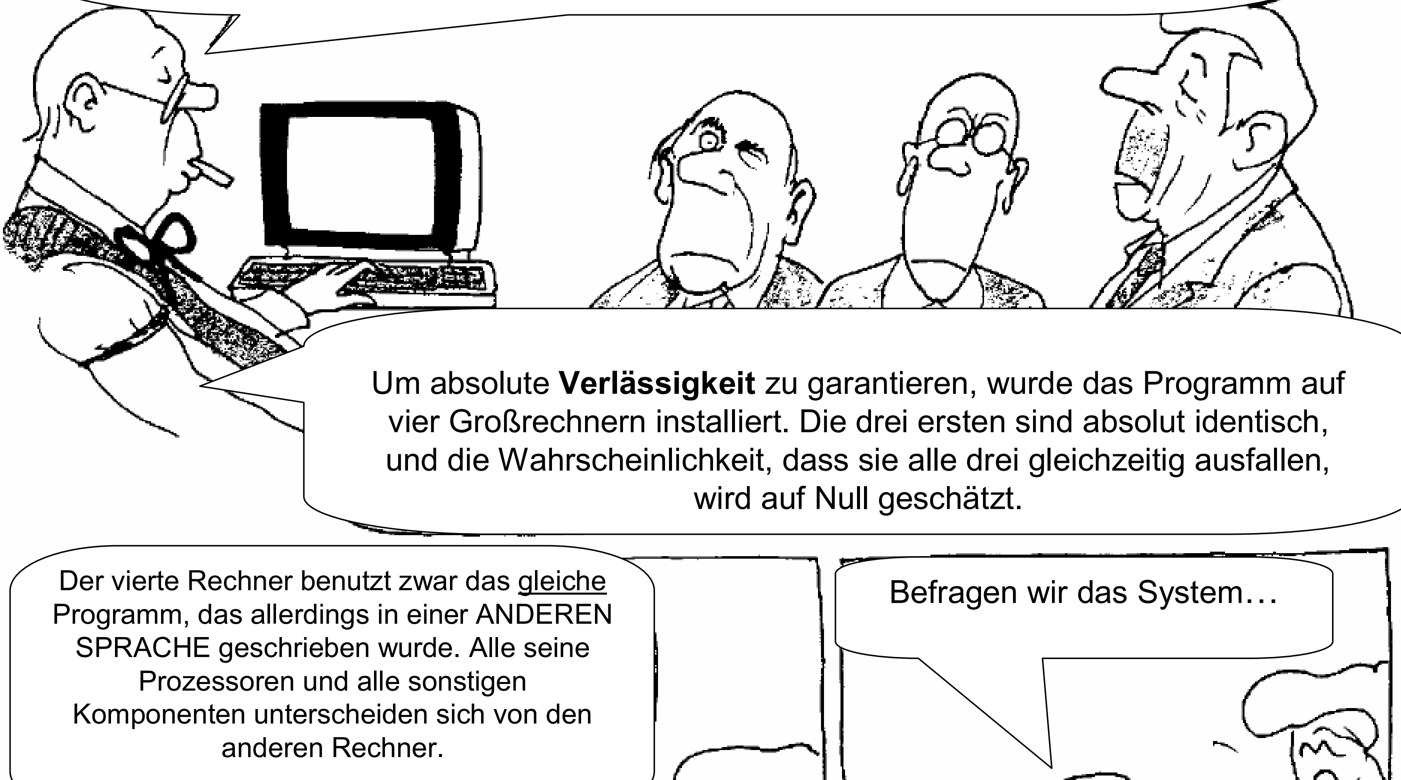
Wie auch immer man angreifen will, alle auf dieselbe Region zielenden Raketen müssen gleichzeitig detonieren, und zwar innerhalb einer tausendstel Sekunde.





Andernfalls würde die Wolke aus Trümmern, Steinen und Ähnlichem - also der Atompilz der ersten Rakete - alle folgenden Raketen zerstören. Bestenfalls würde er sie in einer so großen Höhe explodieren lassen, dass der Effekt gleich null wäre. Somit könnte es keinen **zweiten Schlag** geben.

VERRÜCKTE LIEBE



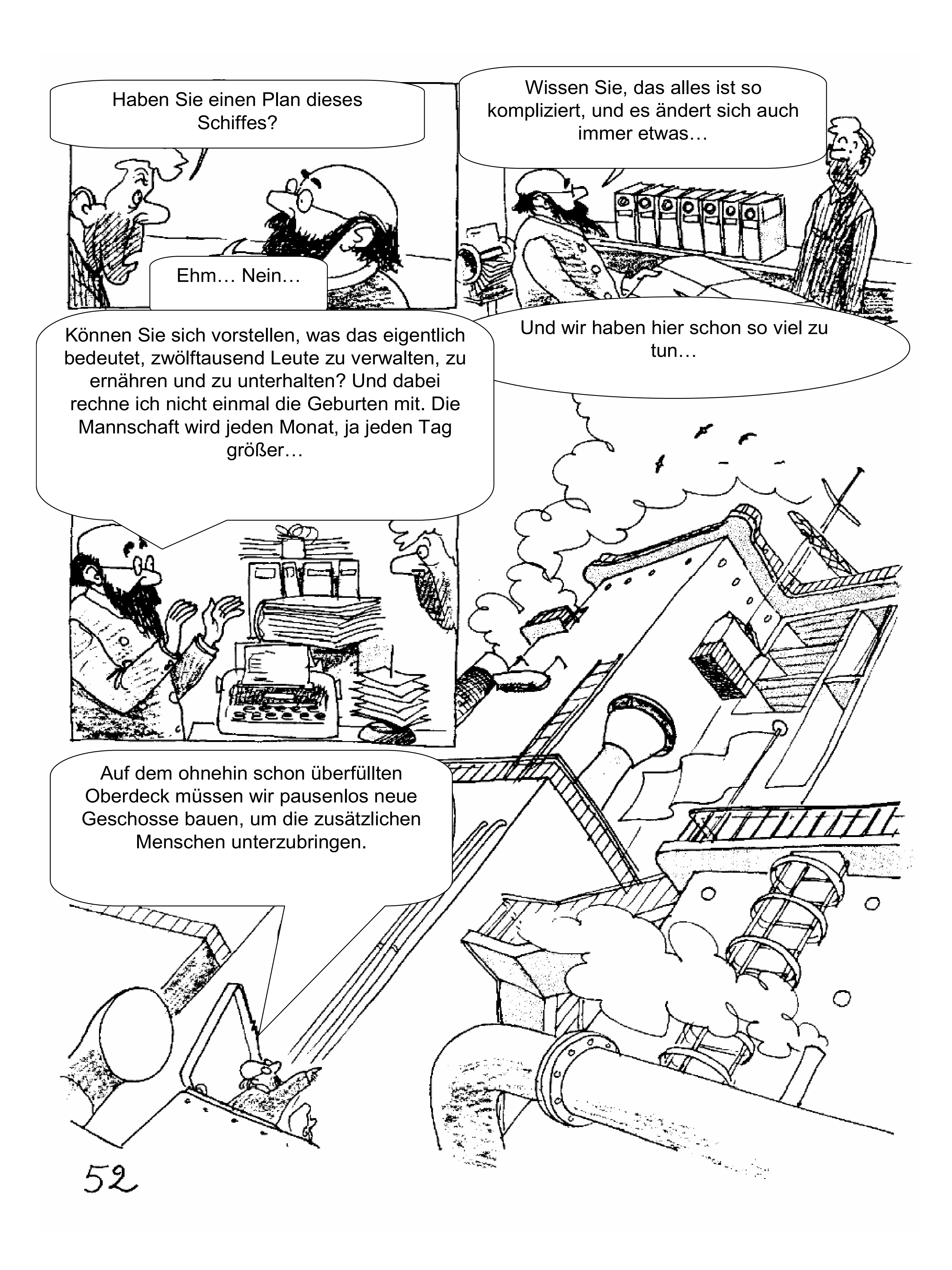




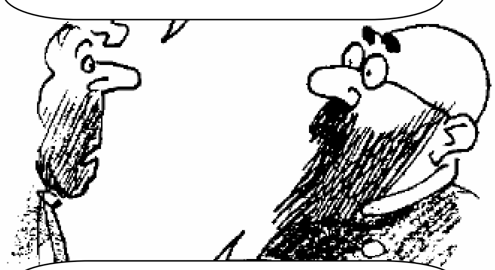
(*) Tatsächlich hat 1985 ein solcher Zwischenfall den Start einer Raumfähre verhindert.

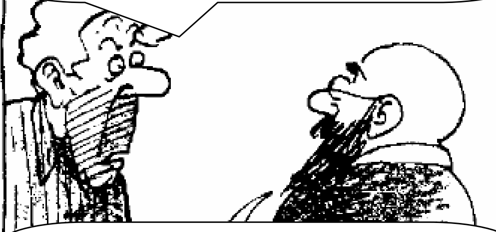

Einmal zehn Megatonnen in F12…
Mama, Bob nervt…
Peng! Peng! Du bist tot!
Bob, lass deine Brüder in Ruhe und geh draußen mit Deinem Revolver spielen!
Die Informatik ist wahrhaftig von Gott zur Erde geschickt worden, um die Menschen zu bestrafen…
Mann über Bord!
Wo bin ich?
Ich heiße Struggle. Sie sind an Bord des Schiffes der Geschichte.
Kann ich irgendwo telefonieren?

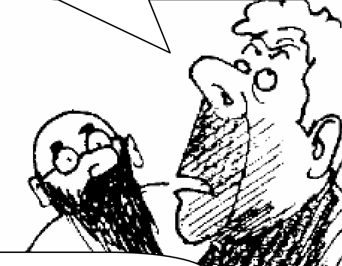

Aber… es gibt keine Tasten?
Nein, es ist direkt.
Welchen Sektor möchten Sie anrufen?
Aber…!?! Geben Sie mir das Weiße Haus!!!
Sie haben eine falsche Nummer. Es tut mir leid, aber dieser Sektor steht nicht auf meiner Liste…
Ich bin der Verantwortliche dieses Sektors.
Gibt es viele solche Sektore auf diesem… Schiff?
O ja… Allerdings könnte ich Ihnen nicht genau sagen, wie viele es sind…
In diesem Sektor sind wir zwölftausend in viertausendfünfhundertdrei Kabinen. Wir sind ein Teil des Hauptplans. Hier, sehen Sie, hier ist ein Plan unseres Sektors…



Haben Sie einen Plan dieses Schiffes?
Ehm… Nein…
Wissen Sie, das alles ist so kompliziert, und es ändert sich auch immer etwas…
Und wir haben hier schon so viel zu tun…
Können Sie sich vorstellen, was das eigentlich bedeutet, zwölftausend Leute zu verwalten, zu ernähren und zu unterhalten? Und dabei rechne ich nicht einmal die Geburten mit. Die Mannschaft wird jeden Monat, ja jeden Tag größer…
Auf dem ohnehin schon überfüllten Oberdeck müssen wir pausenlos neue Geschosse bauen, um die zusätzlichen Menschen unterzubringen.

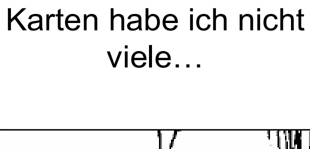

Aber… Wer kommandiert denn dieses Schiff?
Wissen Sie, die Befehle kommen von ganz oben…

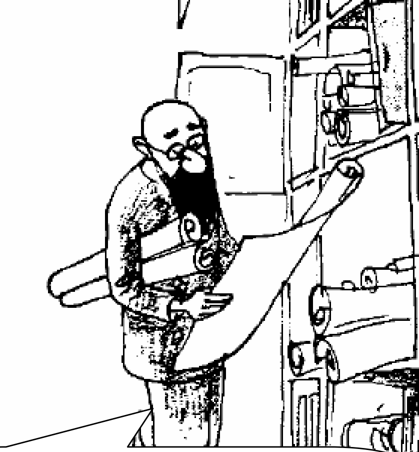

Welcher Route folgen Sie? Haben Sie eine Karte?
Nun ja, ich denke, ganz oben haben sie bestimmt eine.

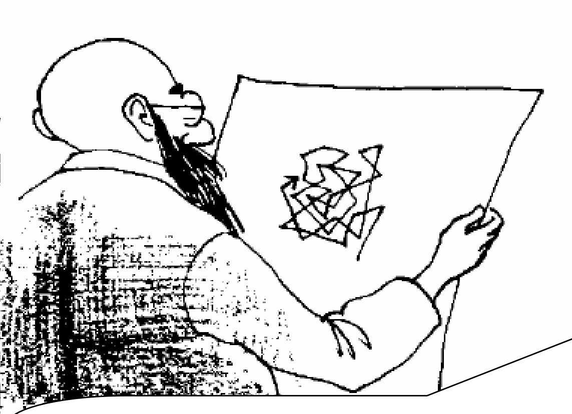

Ich weiß noch nicht mal, wo in diesem verdammten Schiff vorn und hinten ist.


Hier ist ein Plan unseres Sektors. Warten Sie mal… So ist es…
…Es sei denn, vorne ist nach da…

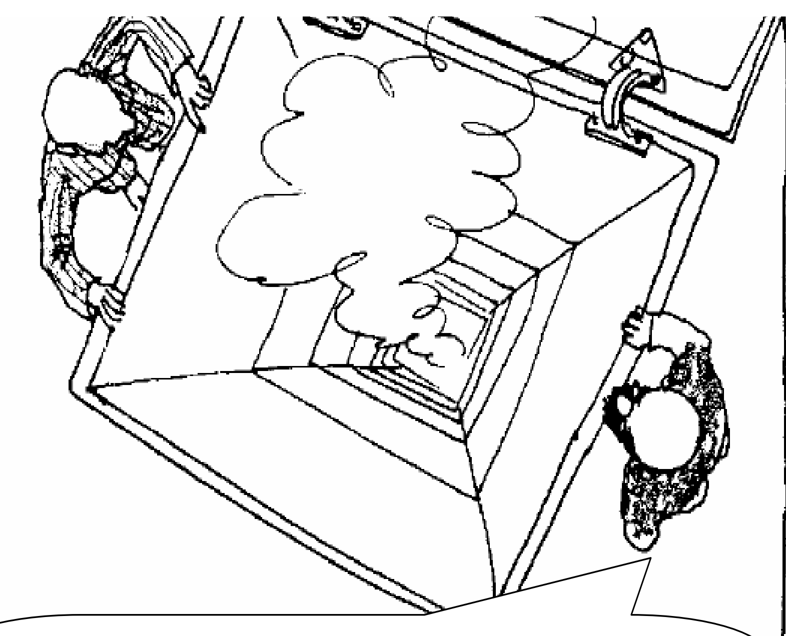

Oder vielleicht anders rum?
Wissen Sie, das alles ist so kompliziert…


Karten habe ich nicht viele…

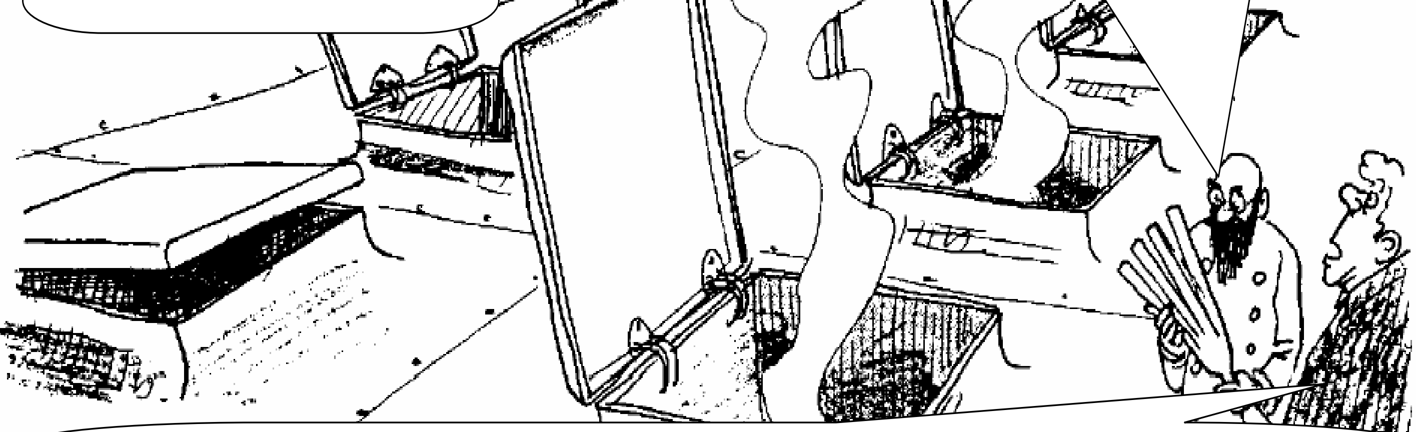

Das hier… nee, das ist der Plan der Klimaanlage.

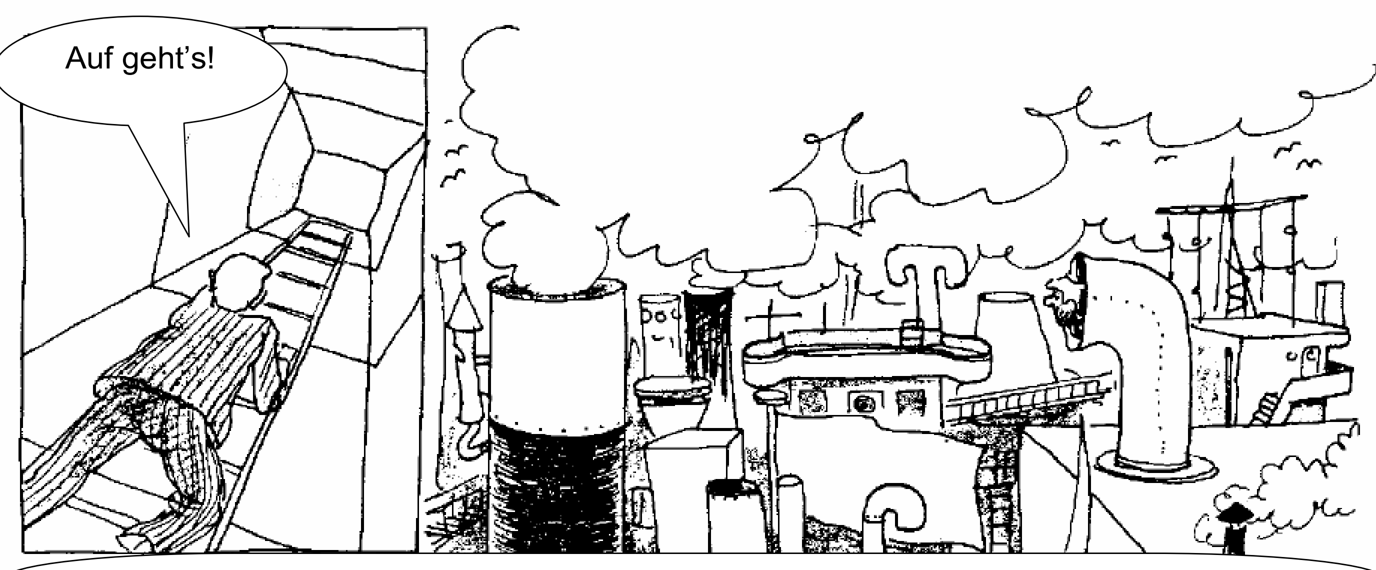

Zwar besitzen wir ein Gerät zur Speicherung der zurückgelegten Route, aber…
Aber verdammt, welcher Route folgen Sie? Was ist Ihr Kurs? In welche Richtung schwimmt das SCHIFF DER GESCHICHTE?




Auf zu den unteren Decks und den Kesseln. Dorther bekommen wir die ganze Energie, die das Schiff benötigt.


Steigen Sie besser nicht hinab. An solchen Orten treibt sich so allerhand Gesindel herum, von dem manchmal Revolten und Meutereien ausgehen…
Wie Sie sehen, halte ich immer mein Anti-Aufstand Gewehr griffbereit


Ich habe es immer dabei, ich schlafe sogar damit. Und wenn sich ein Aufstand zusammenbraut, schließen wir die Belüftungsschächte. Das beruhigt sie dann für eine Weile.
Wenn ich einen Überblick gewinnen will, den gewinne ich am Besten vom Oberdeck.


Auf geht's!
Das ist das Oberdeck, höher kommt man nicht. Das einzig Sichtbare ist der Schornsteinwald der jeweiligen Sektoren sowie Maschinen, so weit der Blick reicht.


Und?
Na ja… Nichts
Und nachdem ich nun stundenlang durch den Sektor gewandert bin , komme ich wieder an meinen Ausgangspunkt zurück...
Sie sind hier
Ah, da sind Sie wieder!


Irgendwo muss es doch eine Ruderanlage geben, einen Kapitän oder zumindest einen Wachoffizier?
Wissen Sie, das alles ist so kompliziert…


Was soll's, vielleicht schwimmt schließlich das Schiff der Geschichte nirgendwo hin…


Entschuldigen Sie mich bitte, die Pflicht ruft…
Vielleicht gibt es nicht einmal ein Ruder?
Was ist nun los?
Wir neigen uns zur Seite.
Wir neigen uns auf die Seite? Sie einen wohl, wir havarieren!
Ist auch kein Wunder mit all den Aufbauten, die Sie seit Jahren angebracht haben!
DRRRING
DRRRRING!
Das Telefon, das Telefon… Endlich ein Anruf von oben!
Schatz, was ist mit dir los? Komm, da ist ein Anruf für dich. Es ist der Präsident der ZANDEREN…
RRRRÂÂÂ
Hallo, mein lieber Freund! Wissen Sie, ich habe nachgedacht… Was halten Sie davon, ein bisschen abzurüsten?
Na ja, ich glaube, Sie haben Recht…
ENDE

JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜẞTEGERN



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

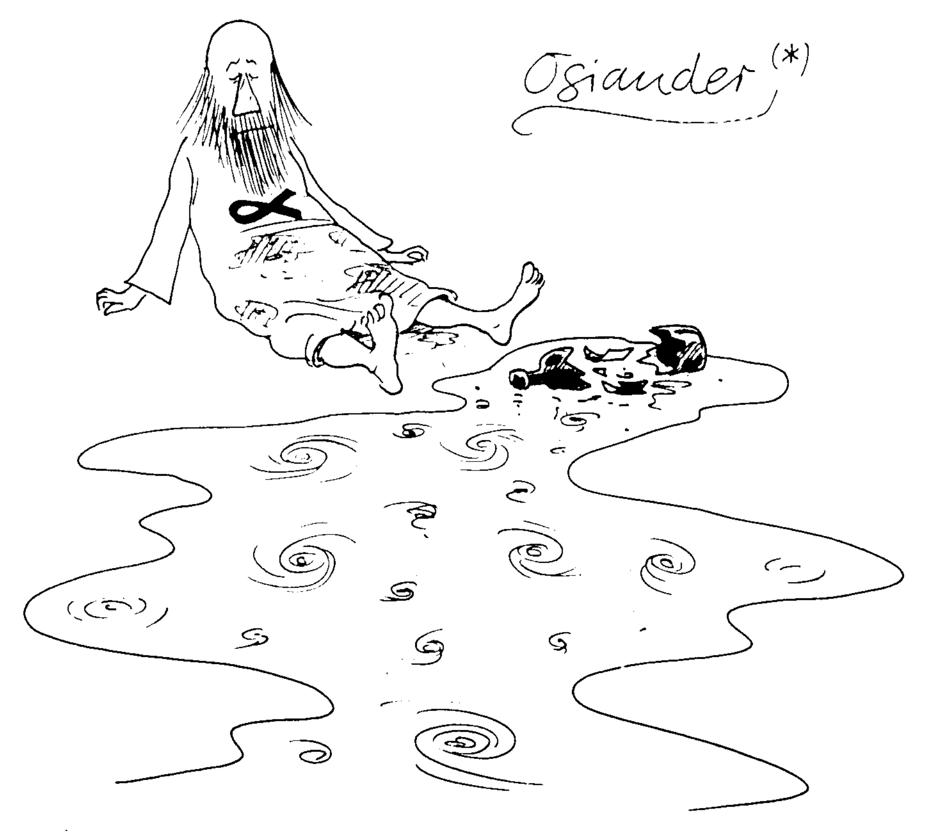
JEAN-PIERRE PETIT

DIE ABENTEUER DES ANSELM WÜßTEGERN

KOSMISCHE GESCHICHTE(N)

Es ist nicht gesagt, daß diese Hypothesen wahr sind, sie müssen nicht einmal wahrscheinlich sein. Eine Sache genügt: daß die daraus folgenden Berechnungen die Beobachtungen richtig wiedergeben.

Osiander (*)



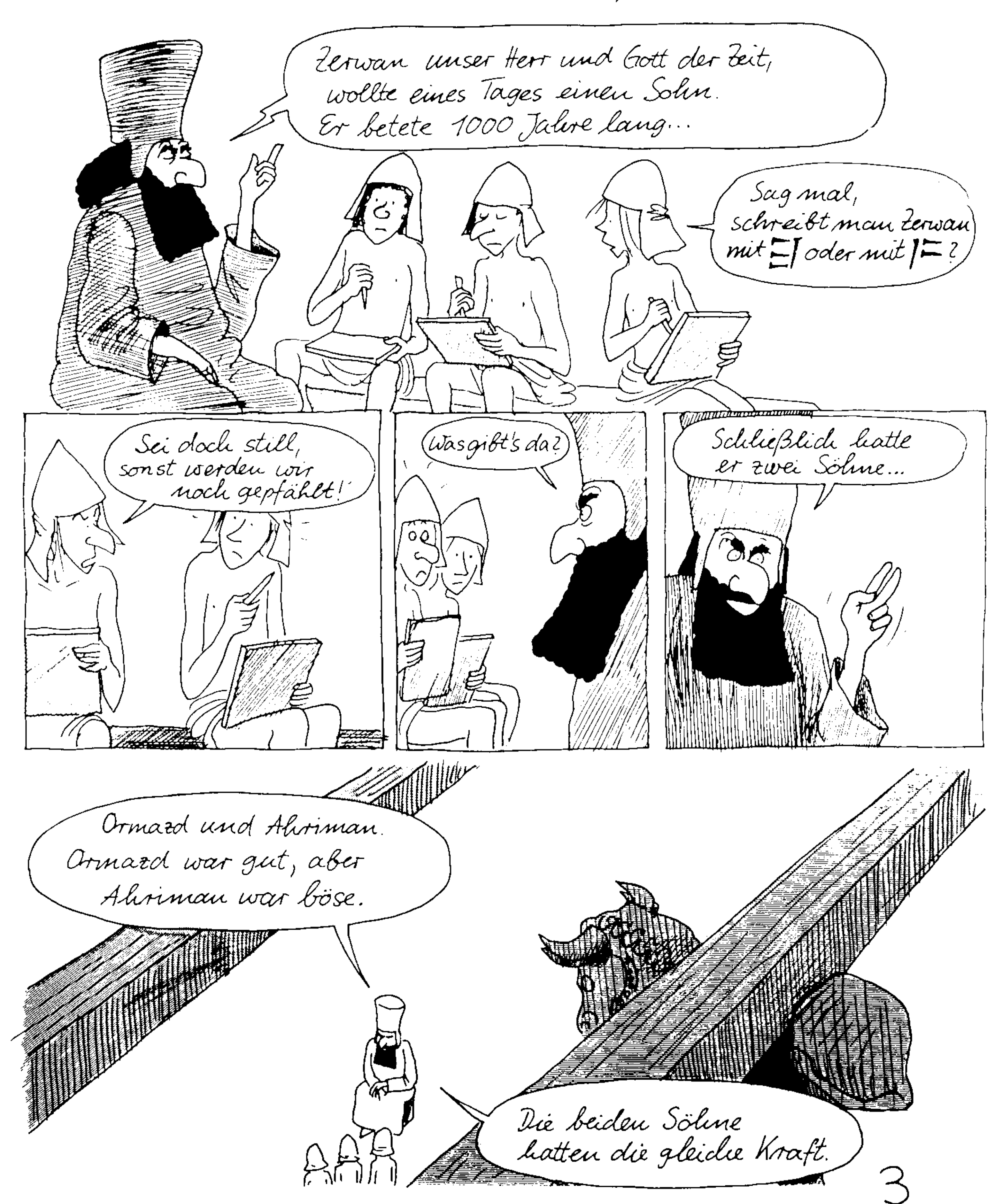
(*) Aus dem Vorwort von Osiander, dem Herausgeber von Kopernikus

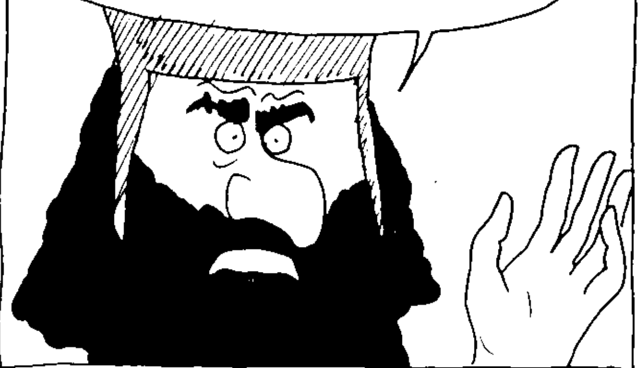

Sophie, ich möchte hier raus aus dieser Höhle.

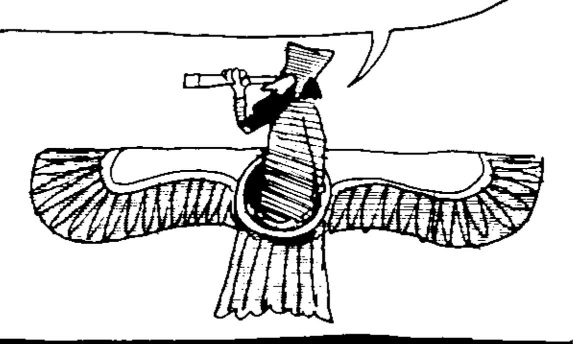
Sie sind doch alle gleich!

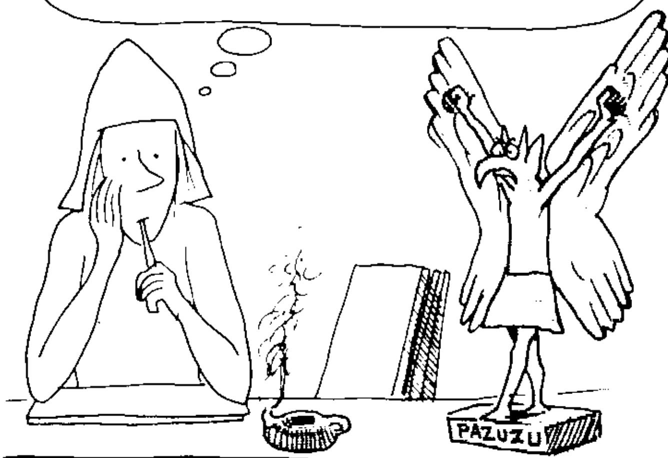
PROLOG

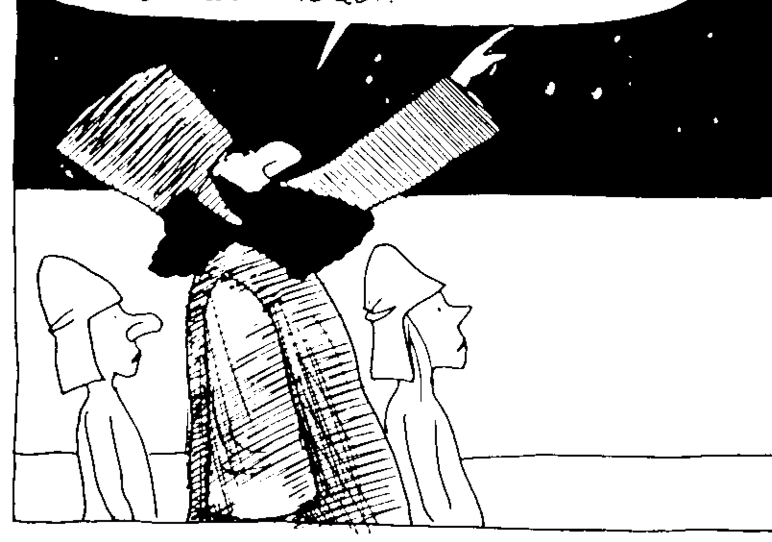
2000 Jahre vor unserer Zeit
bei den Persern in Babylon.

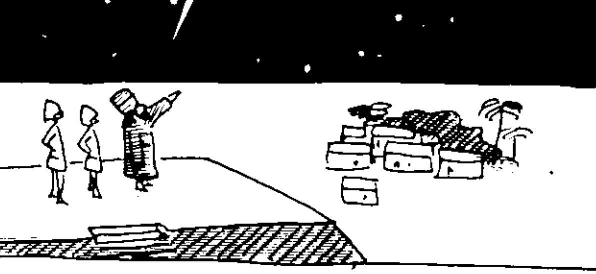



Seit ihrer Geburt schlugen sie sich und versuchten, sich gegenseitig zu vernichten!


Die Zukunft unseres Universums war bedroht. Glücklicherweise stellte sich der Gott Mithras zwischen die beiden, um sie voreinander zu schützen!


Das heißt also, um die beiden verfeindeten Brüder, die beiden Zwillinge, die beiden Hälften des Universums, daran zu hindern sich gegenseitig zu vernichten.
PAZUZU


Und nun notiert auf Euren Tafeln die Herrschaftsgebiete der beiden Götter.


Ahriman befindet sich in der Gegend von Antares, im Sternbild Skorpion.

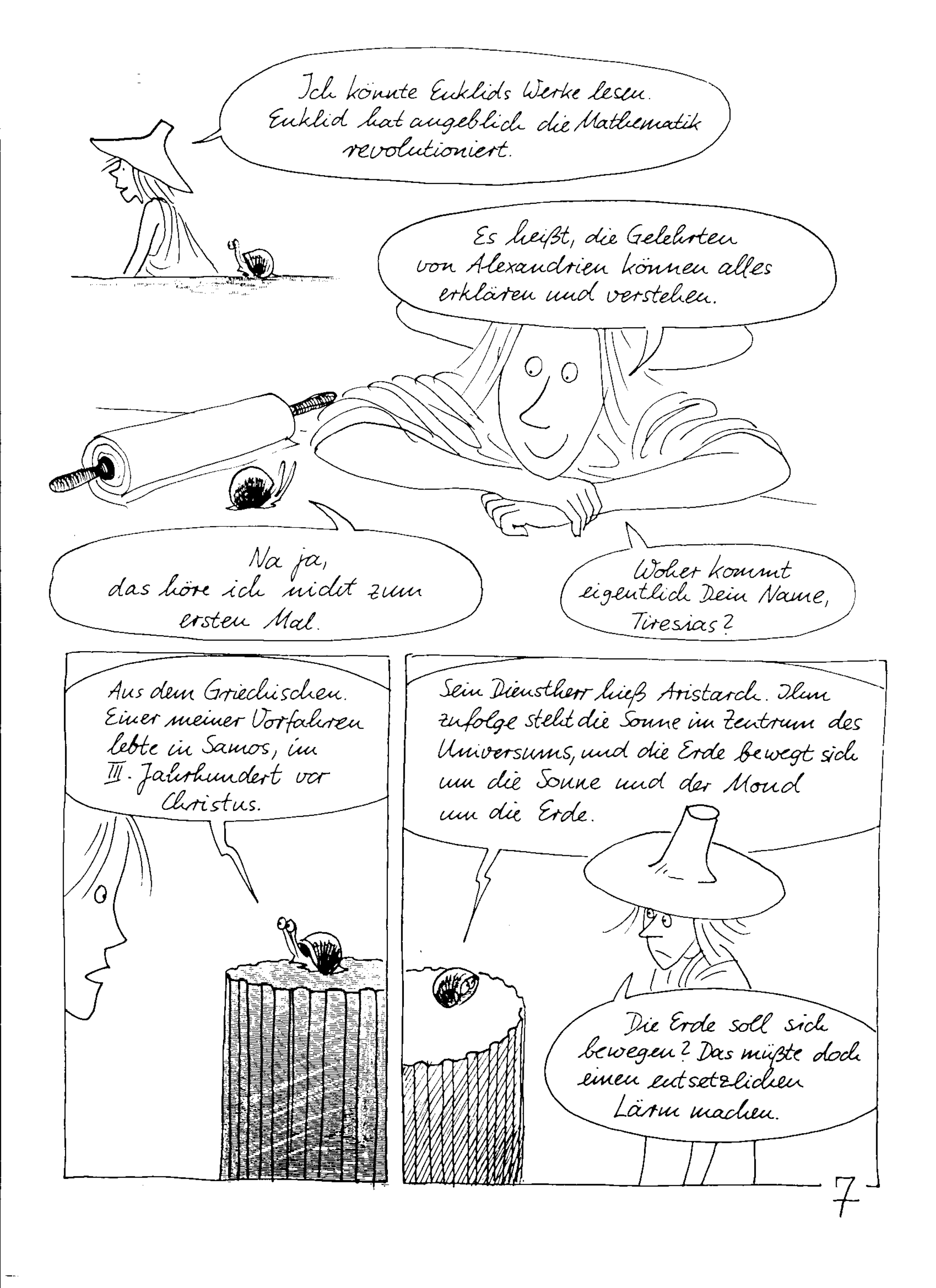

Während Ormazd auf der anderen Seite des Himmels ist, genau gegenüber, das heißt im Stier.


Wenn sich Ormazd und Ahriman träfen... das wäre entsetzlich.
Ja, aber glücklicherweise sind sie so weit wie möglich voneinander getrennt.
Und schließlich paßt ja Mithras auf. Er stellt die Grenze zwischen diesen beiden Zwillingsuniversen dar.
Ja, ja,... aber trotzdem...
Am Himmel sind alle Dinge an ihrem rechten Platz, und wir haben unseren Frieden.
Jedes Ding an seinem Platz und ein Platz für jedes Ding.
Der Meister sagt, daß nur die Beobachtung und das Studium des Himmels zur Weisheit führen...
Hörst Du mir überhaupt noch zu?
Ja, ja...

PTOLEMÄUS

Alexandrien, Hauptstadt der antiken Gelehrsamkeit




Ich könnte Euklids Werke lesen. Euklid hat angeblich die Mathematik revolutioniert.
Es heißt, die Gelehrten von Alexandrien können alles erklären und verstehen.
Na ja, das höre ich nicht zum ersten Mal.
Woher kommt eigentlich Dein Name, Tiresias?
Aus dem Griechischen. Einer meiner Vorfahren lebte in Samos, im III. Jahrhundert vor Christus.
Sein Dienstherr hieß Aristarch. Ihm zufolge steht die Sonne im Zentrum des Universums, und die Erde bewegt sich um die Sonne und der Mond um die Erde.
Die Erde soll sich bewegen? Das müßte doch einen entsetzlichen Lärm machen.

Unsinn! Wenn Du auf einem Schiff bist, das durch das ruhige Meer segelt, und die Augen schließt, spürst Du dann die Bewegung?

Äh... nein

Eratosthenes hat sogar den Durchmesser der Erde berechnet, dazu hat er einfach den Schatten einer Stange gemessen.

Wie denn das?

Ganz einfach: nimm ein Papyrusband und klebe es auf einen Meridian der Erde. Senkrecht auf das Band klebst Du Stäbchen, und zwar so:

Wenn nun ein Stäbchen genau zur Sonne zeigt, hat es keinen Schatten mehr.

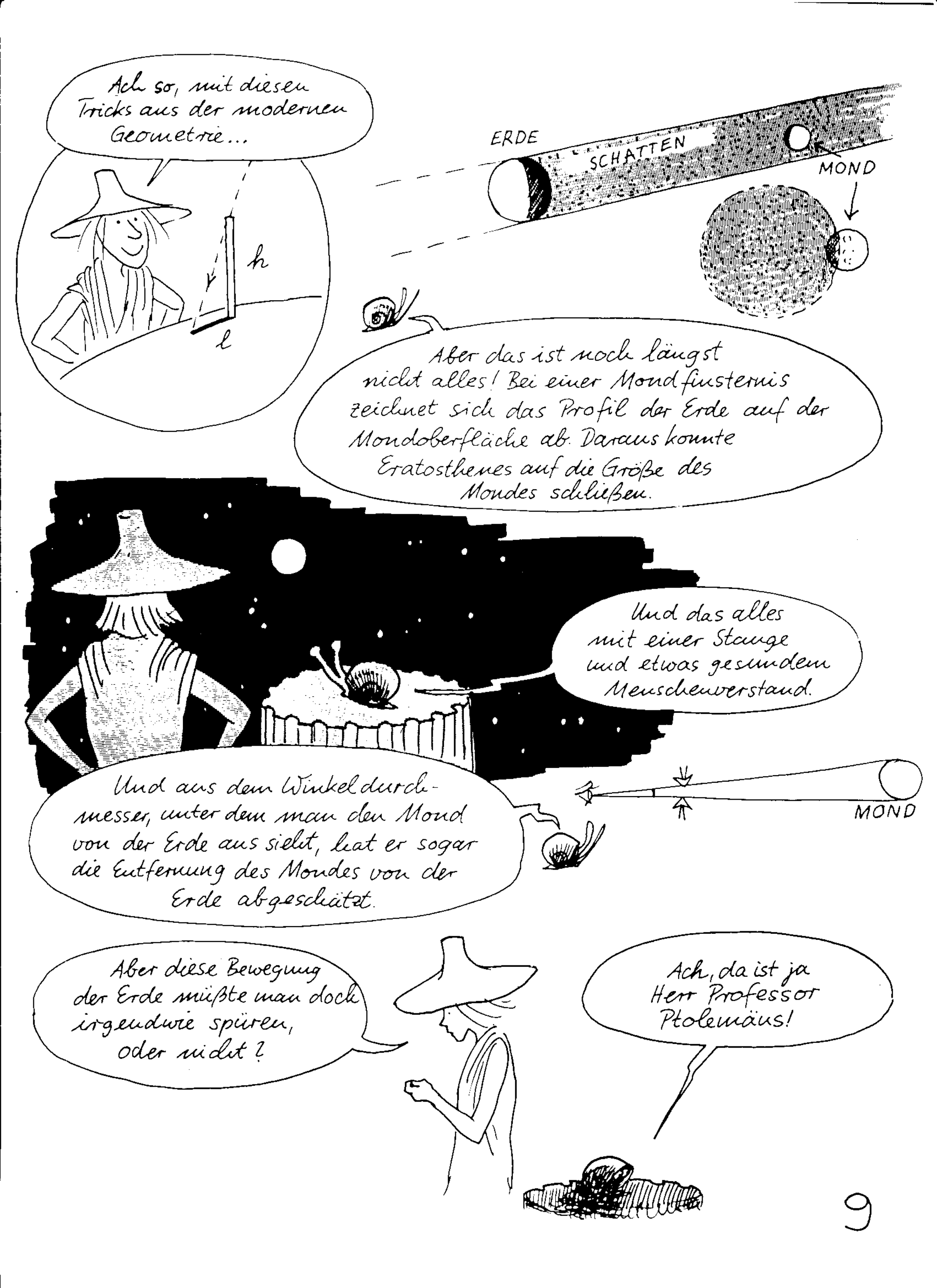
h

R

L

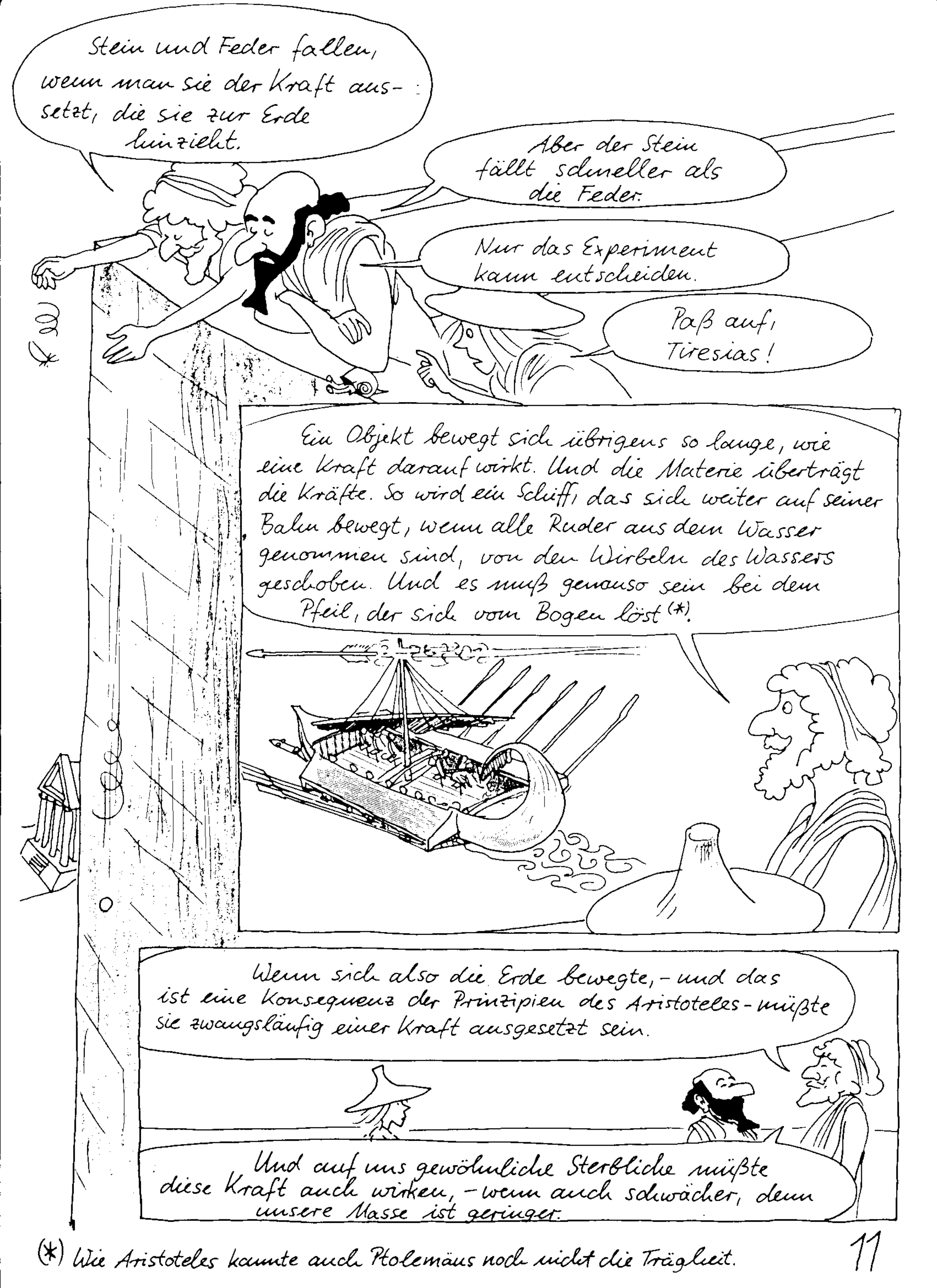
l

Der Stab hat den Schatten l. Wenn Du nun den Abstand L zwischen diesen beiden Stäben kennst, und ihre Höhe h, kannst Du den Radius der Kugel berechnen.



Ach so, mit diesen Tricks aus der modernen Geometrie ...
h
l
ERDE
SCHATTEN
MOND
MOND
Aber das ist noch längst nicht alles! Bei einer Mondfinsternis zeichnet sich das Profil der Erde auf der Mondoberfläche ab. Daraus konnte Eratosthenes auf die Größe des Mondes schließen.
Und das alles mit einer Stange und etwas gesundem Menschenverstand.
Und aus dem Winkeldurchmesser, unter dem man den Mond von der Erde aus sieht, hat er sogar die Entfernung des Mondes von der Erde abgeschätzt.
MOND
Aber diese Bewegung der Erde müßte man doch irgendwie spüren, oder nicht?
Ach, da ist ja Herr Professor Ptolemäus!


Ich habe mein Buch Almagest praktisch fertig.
Und...? Bewegt sich die Erde?
Ich muß gestehen, daß mir diese Idee tatsächlich durch den Kopf ging...
Nein wirklich?
Aber es ist absolut lächerlich. Hören Sie meinen Beweis:
Unser Meister Aristoteles hatte schon festgestellt, daß gewisse Körper aufsteigen, andere dagegen fallen.
Dagegen ist nichts einzuwenden.
Leichte Körper bewegen sich nach oben, schwere nach unten.
Sehr zutreffend!
Kräfte wirken stärker auf die schweren, massiven Körper.
Da gibt es keinen Zweifel...
10

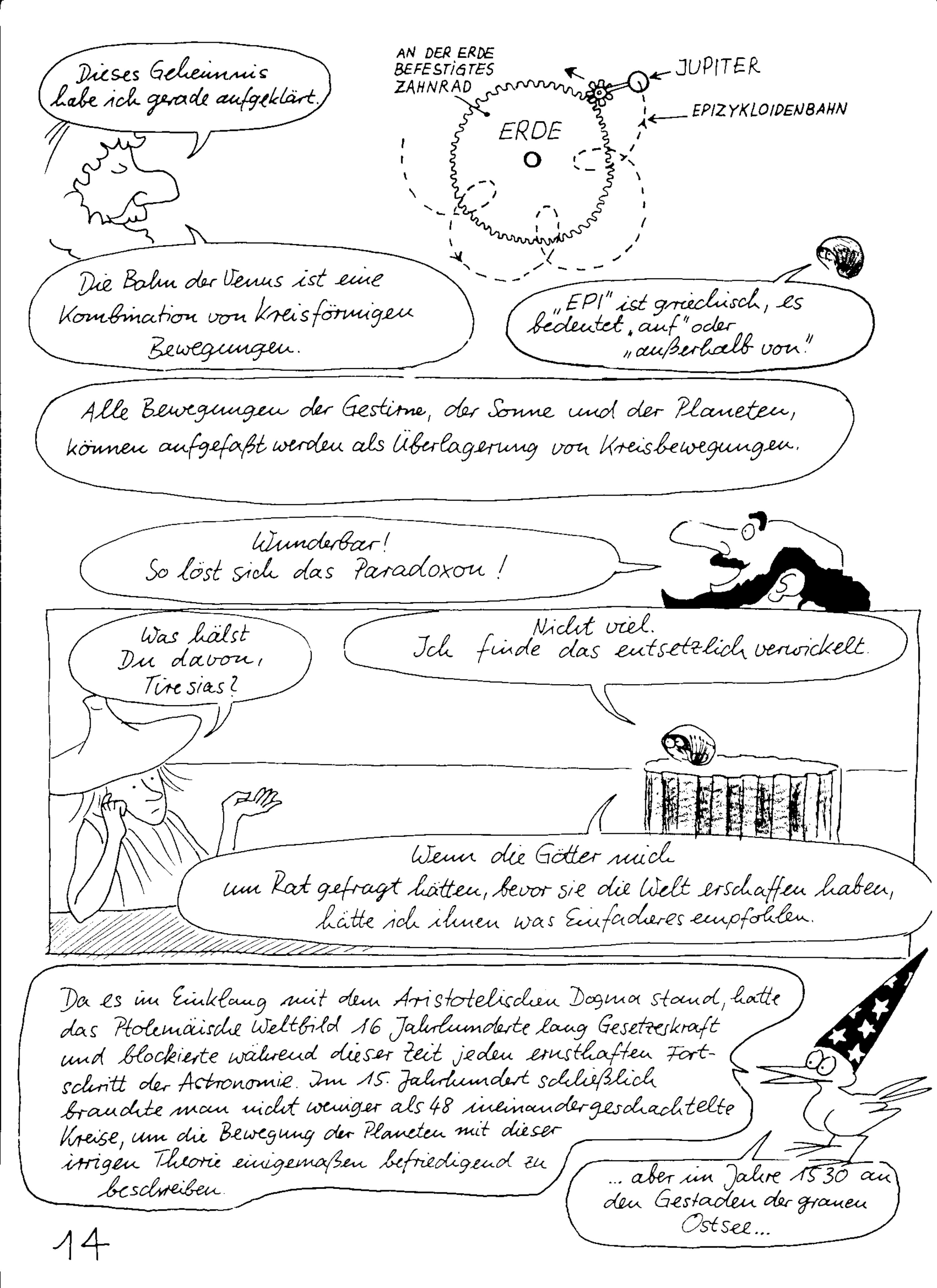


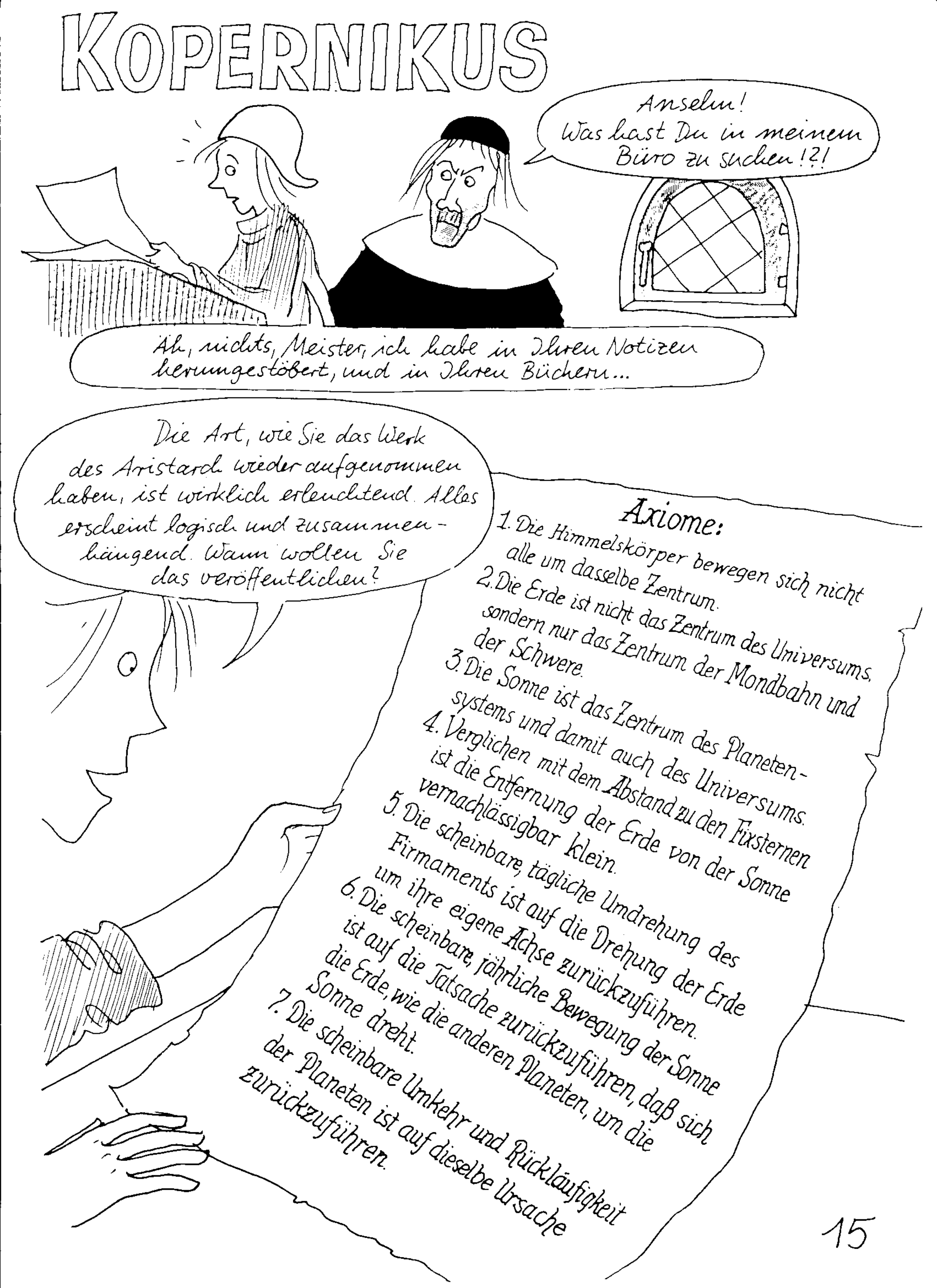
(*) Wie Aristoteles kannte auch Ptolemäus noch nicht die Trägheit.


Die Konsequenz: die Erde würde sich voranbewegen, und wir würden zurückbleiben...
!..
Wirklich... nicht ernst zu nehmen...
Die Bewegung der Erde? Zugegeben: eine amüsante Idee. Aber sie hält der Analyse nicht stand. Schade.... Die Sterne müssen demnach leichte, nebelhafte Körper sein...
Der Mond treibt also in der Luft.
Wie unser guter Platon schon sagt: was im Äther treibt ist perfekt und unveränderlich. Hier auf dem Boden, unter dem Mond, befindet sich die Welt der Unordnung, der Veränderung, ... des Chaos.
Aber sobald man sich erhebt, wird alles Schönheit, Ruhe und Wonne.
Das soll Platon gesagt haben?
Ist eigentlich nicht sein Stil.



Hier unten ist alles unvollkommen; dort oben am Himmel dagegen sind die Dinge wunderbar perfekt, stetig und rund.
Und wie verbinden Sie das Göttliche mit dem Kreis und der Kugel?
Sie stimmen doch mit mir darin überein, daß nur die geometrischen Wesen fähig sind, das Göttliche zu beschreiben, das heißt, die Gerade, die Ebene, der Kreis und die Kugel.
Ich folge Ihnen wie Ihr Schatten.
Gerade und Ebene haben zwangsläufig ein Ende, einen Rand.
Er hat Recht. Da Kreis und Kugel weder Anfang noch Ende haben, sind sie die einzigen Gebilde, die das Ewige, das Göttliche darstellen können. Das sagte schon Pythagoras.
Also sind die Gestirne rund, ... rund und perfekt, und sie bewegen sich auf runden Bahnen.
JUPITER
Aber warten Sie! Wenn man die Bahn des Jupiters auf die Himmelskugel projiziert, entsteht ein eigenartiger Tanz. Der Planet wird langsamer, bewegt sich rückwärts, und nimmt dann seinen Weg nach vorn wieder auf. Das ähnelt doch keiner Kreisbahn?


Dieses Geheimnis habe ich gerade aufgeklärt.
AN DER ERDE BEFESTIGTES ZAHNRAD
JUPITER
EPIZYKLOIDENBAHN
ERDE
Die Bahn der Venus ist eine Kombination von kreisförmigen Bewegungen.
„EPI" ist griechisch, es bedeutet „auf" oder „außerhalb von."
Alle Bewegungen der Gestirne, der Sonne und der Planeten, können aufgefaßt werden als Überlagerung von Kreisbewegungen.
Wunderbar! So löst sich das Paradoxon!
Was hälst Du davon, Tiresias?
Nicht viel. Ich finde das entsetzlich verwickelt.
Wenn die Götter mich um Rat gefragt hätten, bevor sie die Welt erschaffen haben, hätte ich ihnen was Einfacheres empfohlen.
Da es im Einklang mit dem Aristotelischen Dogma stand, hatte das Ptolemäische Weltbild 16 Jahrhunderte lang Gesetzeskraft und blockierte während dieser Zeit jeden ernsthaften Fortschritt der Astronomie. Im 15. Jahrhundert schließlich brauchte man nicht weniger als 48 ineinandergeschachtelte Kreise, um die Bewegung der Planeten mit dieser irrigen Theorie einigemaßen befriedigend zu beschreiben.
... aber im Jahre 1530 an den Gestaden der grauen Ostsee...


KOPERNIKUS
Anselm! Was hast Du in meinem Büro zu suchen!?!
Äh, nichts, Meister, ich habe in Ihren Notizen herumgestöbert, und in Ihren Büchern...
Die Art, wie Sie das Werk des Aristarch wieder aufgenommen haben, ist wirklich erleuchtend. Alles erscheint logisch und zusammenhängend. Wann wollen Sie das veröffentlichen?
Axiome:
1. Die Himmelskörper bewegen sich nicht alle um dasselbe Zentrum.
2. Die Erde ist nicht das Zentrum des Universums, sondern nur das Zentrum der Mondbahn und der Schwere.
3. Die Sonne ist das Zentrum des Planetensystems und damit auch des Universums.
4. Verglichen mit dem Abstand zu den Fixsternen ist die Entfernung der Erde von der Sonne vernachlässigbar klein.
5. Die scheinbare, tägliche Umdrehung des Firmaments ist auf die Drehung der Erde um ihre eigene Achse zurückzuführen.
6. Die scheinbare, jährliche Bewegung der Sonne ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß sich die Erde, wie die anderen Planeten, um die Sonne dreht.
7. Die scheinbare Umkehr und Rückläufigkeit der Planeten ist auf dieselbe Ursache zurückzuführen.

Was geht Dich das an? Gib mir erst mal dieses Blatt zurück! Man darf das Wissen nicht einfach dem ersten besten anvertrauen. Du kannst Dir nicht vorstellen, was für Ärger ich hätte, wenn ich diese Geschichte veröffentlichte.



Meine Post liest Du also auch!

Aber Meister, es ist doch sehr wichtig, die Welt auf ein gutes Fundament zu stellen!

Mein Sohn, Deine Aufrichtigkeit in Ehren. Aber glaube mir, wir haben hier in Frauenburg unseren Frieden und unser Auskommen, und das wollen wir doch nicht aufs Spiel setzen. Die Welt ist für diese Einsichten noch nicht reif...

Wissenschaft ist immer geheimnisvoll

Um die Reaktion zu sehen, ließ Kopernikus einige seiner Ideen durch seinen Schüler Rheticus unter dessen Namen veröffentlichen.

Wenn's schief geht, sage ich einfach, ich kenne diesen Rheticus nicht.

Erst gegen Ende seines Lebens läßt er Rheticus sein Werk veröffentlichen. Das erste Exemplar erreicht ihn auf seinem Totenbett.

DE REVOLUTIONIBVS ORBIVM COELESTIVM LIBRI SEX



Ängstlich verfaßte der Herausgeber ein Vorwort, in dem es heißt:
Diese neuen Hypothesen verdienen bekannt zu werden, zusammen mit den alten, die nicht wahrscheinlicher sind, denn sie sind ebenso bewundernswert wie einfach und bringen einen riesigen Schatz geschickter Beobachtungen mit sich.
Allein, soweit es sich um Hypothesen handelt, darf niemand erwarten, von der Astronomie irgendwelche Gewißheit zu erhalten, die diese nicht liefern kann; sofern er nicht Begriffe, die für einen anderen Zweck ersonnen wurden, für Wahrheit nehmen und am Ende seiner Studien ein größerer Narr sein will als am Anfang.
In anderen Worten: Lesen Sie das Buch, aber nehmen Sie es nicht zu ernst.
Kopernikus hatte wohl nicht ganz unrecht. Im Jahre 1600, 57 Jahre nach seinem Tode, wurde Giordano Bruno 8 Jahre lang eingekerkert und schließlich auf dem Scheiterhaufen verbrannt, weil er Kopernikus' Ideen ernst genommen hatte.
Ihr Schwachköpfe! Es gibt Millionen von Sonnen wie die unsere und ebensoviele bewohnte Planeten.
Laß ihn doch reden, und gib endlich das Feuerzeug her.

TYCHO BRAHE & KEPLER

Böhmen, am 4. Februar 1600




Schnell etwas frisches Wasser.
Machen Sie es sich bequem.
Nanu, ... bei Ihnen kommt das Wasser aus der Wand?
Aber ja, mein Junge, fließend Wasser. Meine Erfindung.
Das Essen bitte!
und was ist das?! ...
Ich nenne das ein Telefon. Einfach eine akustische Leitung, die uns mit der Küche verbindet. So braucht man nicht hinter dem Personal herzulaufen.
Sie wissen, Meister Brahe, daß ich an den Ergebnissen Ihrer genauen Messungen über die Gestirne, die Sie angehäuft haben, höchst interessiert bin.
Ach ja, die Sterne ... natürlich. Aber dafür haben wir noch Zeit. Stärken Sie sich doch ein bißchen, mein lieber Johannes, und dann gehen wir erst mal zu den Frauen.
Tycho, der Geometer und gewissenhafte Beobachter, besaß die besten Meßergebnisse seiner Zeit. Fernrohre gab es damals noch nicht.

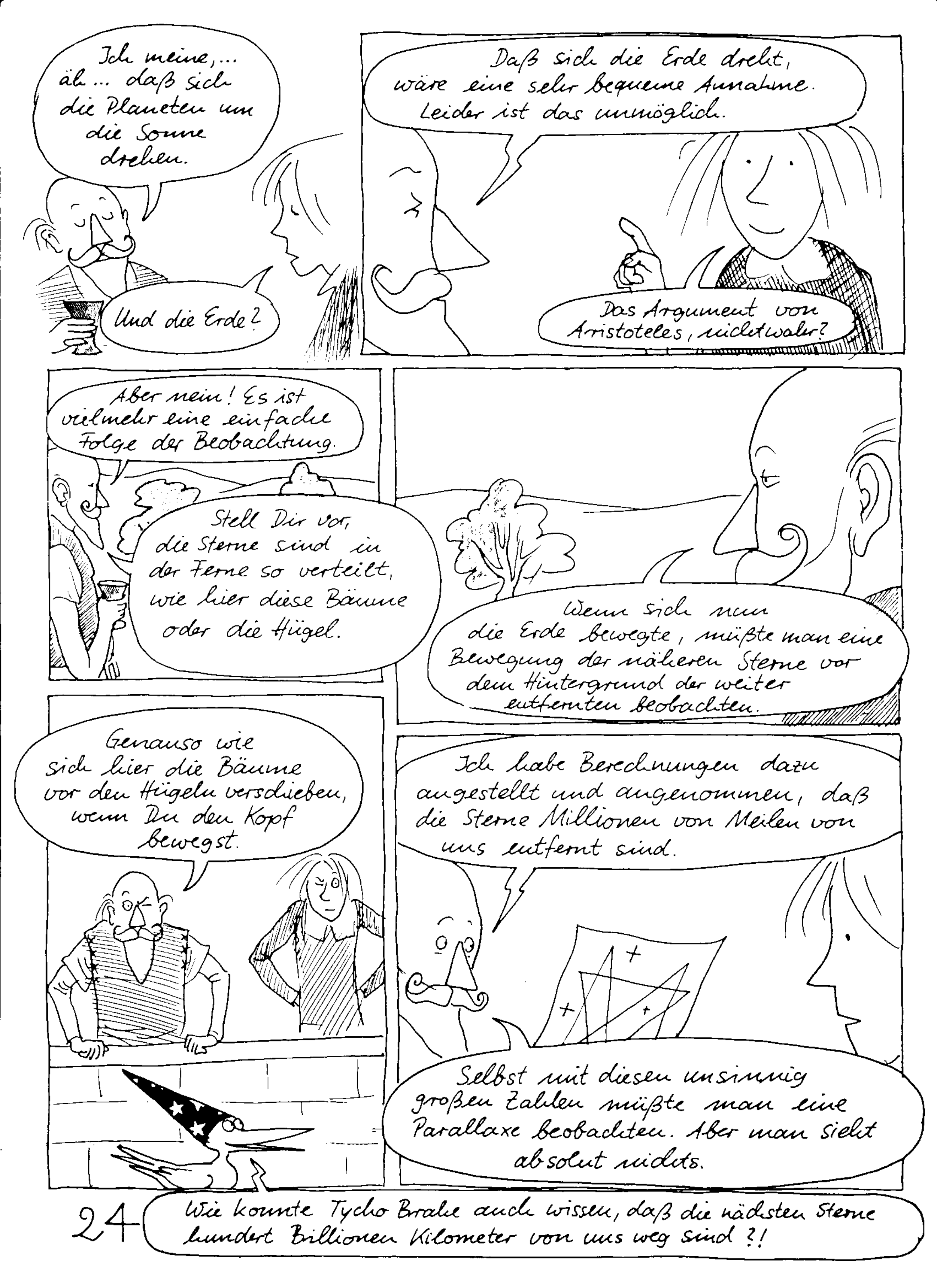


(*) Tycho war die Nase in einem Duell abgeschlagen worden.


Zum Henker nochmal, Du hast recht. Wo ist das Ding?
In den Bohnen, wenn ich mich nicht irre.
Anselm, Du wirst unseren Gastgeber noch verärgern.
Du gefällst mir, mein Junge. Komm, wir lassen den guten Kepler in meinen Tabellen stöbern, er kann es ja gar nicht mehr erwarten. Wir gehen solange zu den Mädchen.
LEIM
Mein Gott, welche Schätze! Jahre sorgfältigster Beobachtungen ...
Sie bekommen wohl nie zuviel von Zahlen und Papier?



(*) Es handelt sich um die von Tycho Brahe beobachtete Supernova.

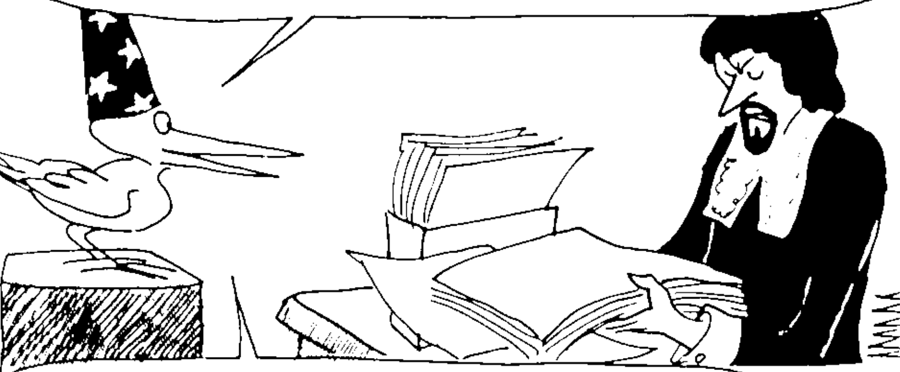


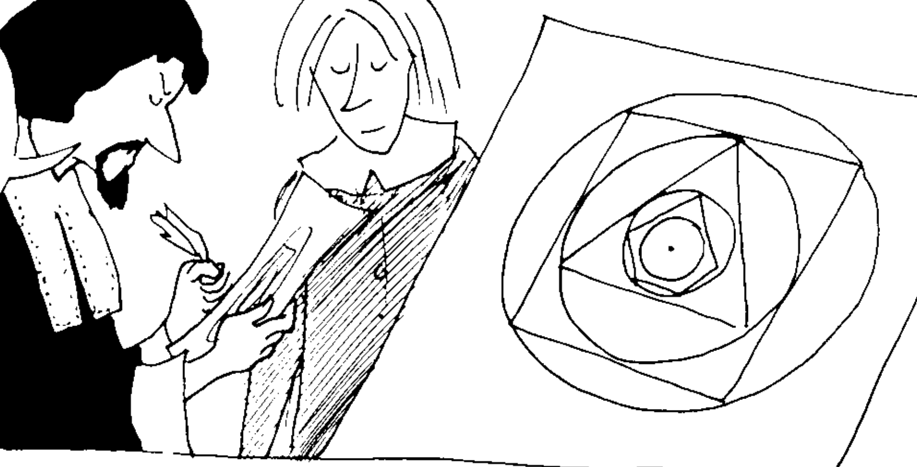
Ich meine, ... äh ... daß sich die Planeten um die Sonne drehen.
Und die Erde?
Daß sich die Erde dreht, wäre eine sehr bequeme Annahme. Leider ist das unmöglich.
Das Argument von Aristoteles, nicht wahr?
Aber nein! Es ist vielmehr eine einfache Folge der Beobachtung.
Stell Dir vor, die Sterne sind in der Ferne so verteilt, wie hier diese Bäume oder die Hügel.
Wenn sich nun die Erde bewegte, müßte man eine Bewegung der näheren Sterne vor dem Hintergrund der weiter entfernten beobachten.
Genauso wie sich hier die Bäume vor den Hügeln verschieben, wenn Du den Kopf bewegst.
Ich habe Berechnungen dazu angestellt und angenommen, daß die Sterne Millionen von Meilen von uns entfernt sind.
Selbst mit diesen unsinnig großen Zahlen müßte man eine Parallaxe beobachten. Aber man sieht absolut nichts.
Wie konnte Tycho Brahe auch wissen, daß die nächsten Sterne hundert Billionen Kilometer von uns weg sind?!

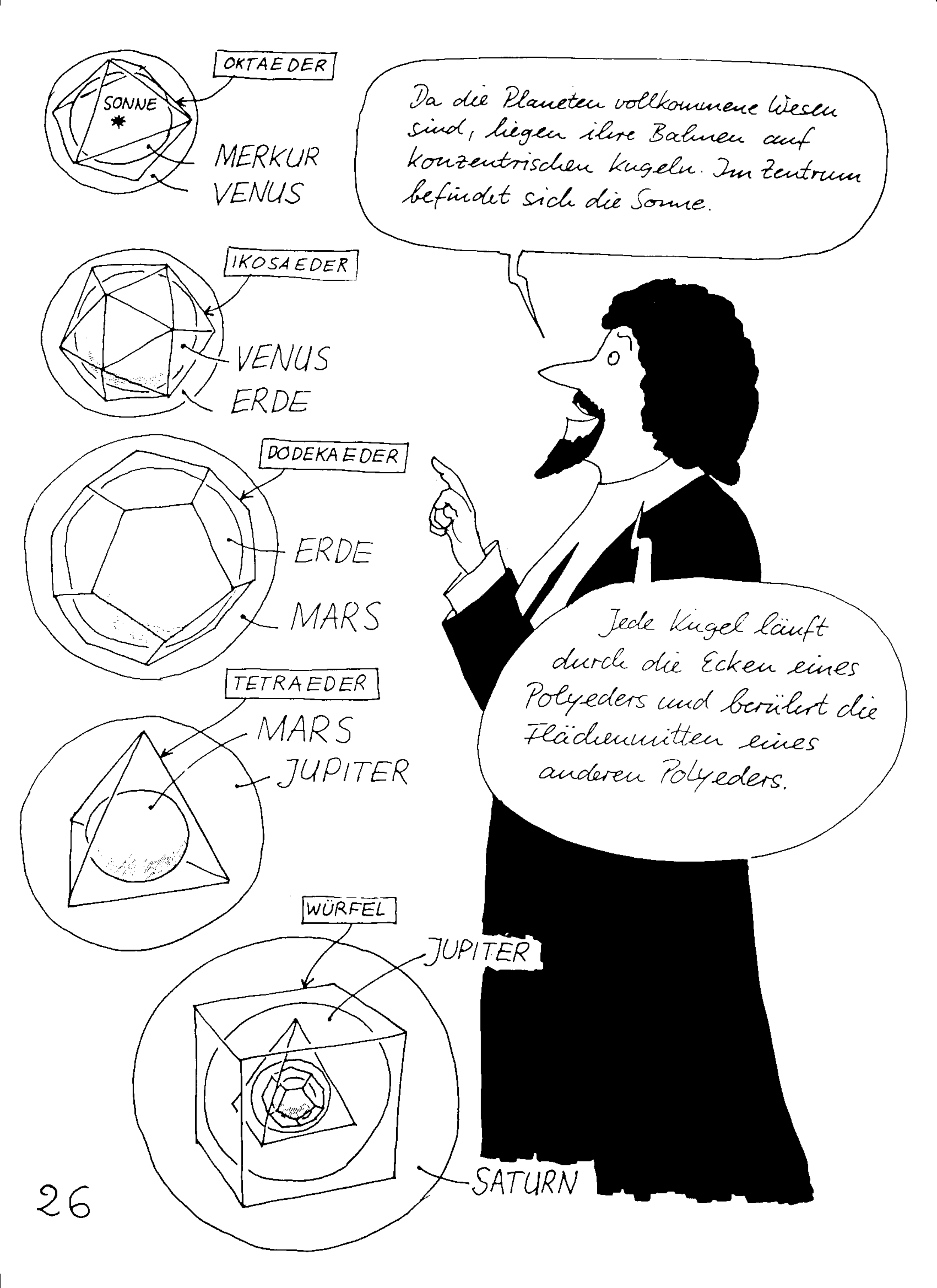

Mann muß auch verrückten Ideen gegenüber offen bleiben. Aber in diesem Fall ist nichts zu machen. Die Erde bewegt sich nicht.
Die Beobachtung zwingt uns zu dem Schluß, daß sich der Himmel bewegt.


Kepler wohnte ein Jahr lang bei Tycho. Aber eines Tages...
Meister!


Der gnädige Herr ist tot!
Diese elenden Harnsteine!
Ein Segen für mich.


Kepler wertete die astronomischen Messungen von Tycho Brahe aus, die exaktesten Messungen dieser Zeit.
Obwohl er dem durch Kopernikus vorgezeichneten Weg folgte, hatte er doch seine fixen Ideen.


Hör zu, Anselm, Kopernikus hat recht: die Sonne ist das Zentrum der Welt, da bin ich sicher.
Sieh mal her: in der Ebene kann man ein Quadrat in einen Kreis einbeschreiben, und in das Quadrat einen zweiten Kreis, dann ein gleichseitiges Dreieck, wieder einen Kreis, ein Fünfeck...

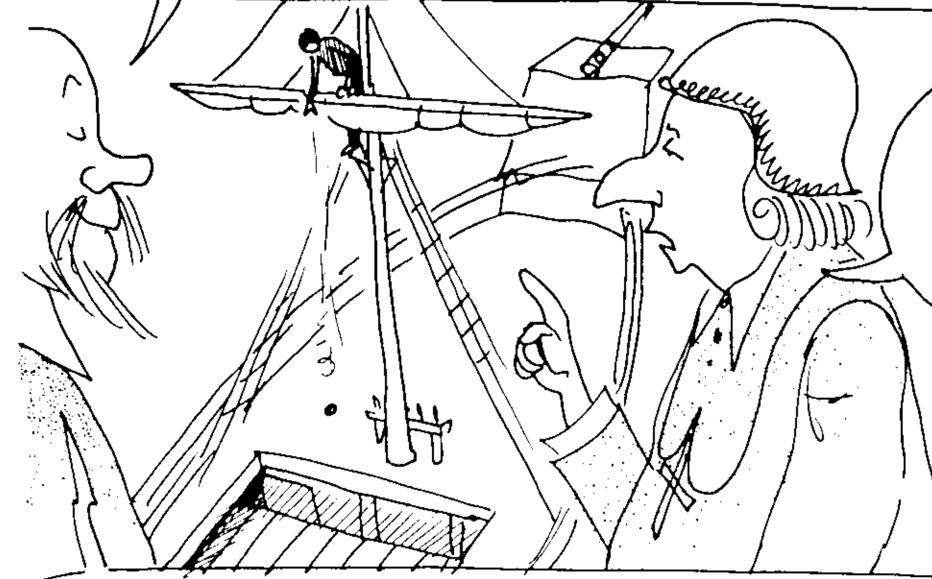

OKTAEDER
SONNE
MERKUR
VENUS
Da die Planeten vollkommene Wesen sind, liegen ihre Bahnen auf konzentrischen Kugeln. Im Zentrum befindet sich die Sonne.
IKOSAEDER
VENUS
ERDE
DODEKAEDER
ERDE
MARS
Jede Kugel läuft durch die Ecken eines Polyeders und berührt die Flächenmitten eines anderen Polyeders.
TETRAEDER
MARS
JUPITER
WÜRFEL
JUPITER
SATURN


Siehst Du, das ist das Geheimnis des Kosmos: Die Bahnen der sechs Planeten erhält man mit Hilfe der fünf vollkommenen platonischen Körper. Ich habe es doch gewußt. Alles paßt zusammen. Ich bin genial!
Wieder so einer, der sich für den lieben Gott hält.
Aber ist das denn mit den Messungen von Tycho Brahe vereinbar?
Leider nicht. Aber etwas anderes ist noch merkwürdiger.
Tychos Messungen der Marsbewegung sind unanfechtbar. Ich habe seine Berechnungen x-mal überprüft. Da ist aber etwas nicht in Ordnung.
Das ganze paßt nur dann zusammen, wenn sich der Mars nicht auf einem Kreis bewegt, sondern auf einer Ellipse, wobei die Sonne in einem der Brennpunkte steht.
S
MARS


Aber was wird dann aus dem Dogma des Pythagoras, aus dieser wunderbaren Harmonie der Kreise !?! Und die These des Aristoteles, der den Kreis mit dem Göttlichen verbindet! All das bricht ja zusammen!
Ja, ja, mein Lieber. Damit ist es eben aus. Die Ptolemäischen Kreise und dieser ganze Kram ...
Ich gebe zu, daß es mir selbst etwas schwerfällt, daran zu glauben.
Und stell Dir vor. Auf den Ellipsen ist nicht einmal die Geschwindigkeit konstant. Der Mars wird schneller, wenn er sich der Sonne nähert, und wieder langsamer, wenn er sich von der Sonne entfernt. Pythagoras würde sich im Grabe umdrehen!
Johannes, die Polizei!
Die Polizei? Was hat die mit Pythagoras zu tun?
Wir wissen nicht, wer dieser Herr Pythagoras ist, von dem Sie sprechen. Wir sind gekommen, um Ihre Mutter zu verhaften. Sie ist der Hexerei angeklagt. Sie hat der Frau von Jakob, dem Glasermeister, eine Arznei gegeben, und der ist daraufhin schwer krank geworden.


Der arme Kepler hatte wohl ständig Ärger mit den Frauen.
Wenn ein Unwetter tobt, Anselm, bleibt für uns nichts Nobleres zu tun, als den Anker unserer friedlichen Studien in die Wogen der Ewigkeit zu werfen.
Jetzt dreht er wieder durch!
Nimm bitte eine Feder, und schreibe...
Lieber Galilei! Sie sind ein toller Kerl. Könnten Sie mir bitte postwendend eines Ihrer wunderbaren Fernrohre schicken...
GALILEI
Im Jahre 1623, im Arbeitszimmer von Papst Urban VIII, dem Gönner von Galilei.
Was will denn dies Typ aus dem Norden von mir?...
Nun Galilei, was gibt's Neues?


Wieder ein Brief von diesem Kepler. Und hier Neuigkeiten aus Rom. Diese Spinner behaupten, daß mein Fernglas die Sicht der Dinge verformt. Ihr Beweis: die Sterne erscheinen doppelt...
Und Dich kümmert es nicht, daß sie doppelt erscheinen, obwohl man sie doch mit bloßem Auge einfach sieht?
Himmel, Herrgott, Sakrament! Warum sollen sie denn nicht doppelt sein? Warum versucht man denn nicht endlich, das Universum so zu sehen, wie es ist! Anstatt seinen Aufbau blindlings durch Interpretationen der Heiligen Schrift abzuleiten!
Vorsicht, Galilei!
Der heilige Geist ist kein Astronom!
Diese Jesuiten sind doch Esel. Sie behaupten, daß ein Stein nicht senkrecht fallen dürfte, wenn sich die Erde bewegte.





Basta! Eure Heiligkeit weiß, daß ein Tag immerhin 24 Stunden hat. Die Erde dreht sich eben so langsam, daß sie nicht auseinander fliegt.

Nur keine Aufregung, mein lieber Galilei. Die Wissenschaft muß vorsichtig voranschreiten. Schließlich sind das doch alles noch Hypothesen...

Wieso Hypothesen! Könnte die Kirche nicht endlich etwas moderner werden? Ich sehe nicht, was die Bewegung der Erde mit der Religion ihrer Bewohner zu tun hat.

Die Bibel ist doch kein Lehrbuch der Naturwissenschaften!


Na schön. Sehen wir uns mal Deine neuen Entdeckungen an.
Auf dem Mond gibt es Berge, und die Sonne hat die Blattern.
Was erzählst Du da?
Der Mond ist nichts weiter als ein verkrusteter, großer Stein, und die Sonne hat lauter Flecken...
Ich habe alles gehört... das ist ein sehr ernster Fall.
Galilei hat nur gescherzt... einfach eine Arbeitshypothese
Verdammt, der Jesuitengeneral.
Sonne und Mond müssen vollkommen kugelförmig sein.

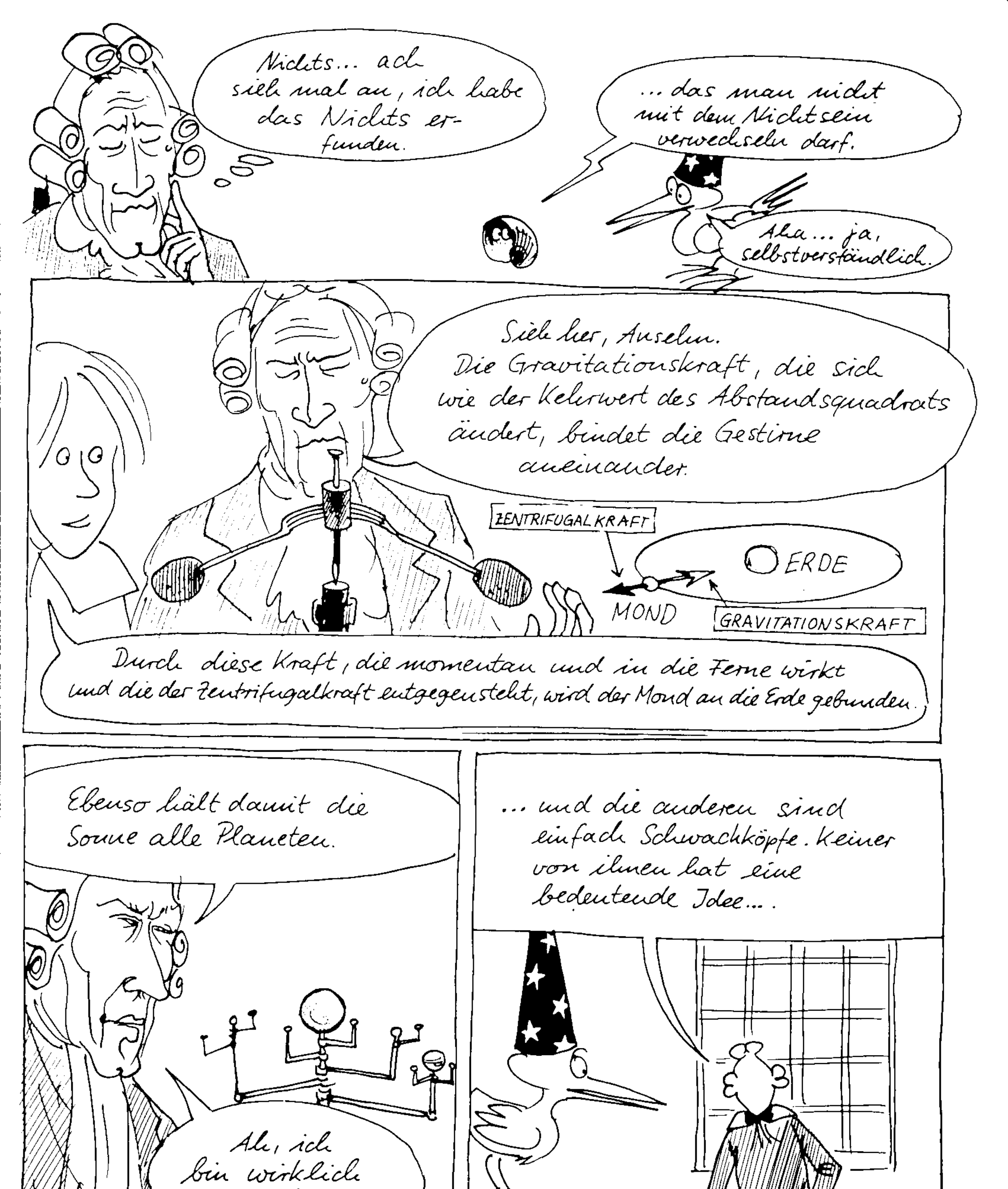

Sie wissen genau, daß er nicht gescherzt hat. Die Mathematik ist ein Werkzeug des Satans.
Oh!
Sie sind einfach beschränkt.
Sankt Augustin sagte zu recht, daß es besser ist, zu Gott zu beten, als das Universum zu erkunden...
Die hängen noch an dem Unsinn des Aristoteles und dessen Physik, die auch nicht die geringste Erscheinung richtig beschreiben konnte...
Nun, wenn dem so ist, wenn man die Autorität der Diener der Kirche herausfordert... Du hast es so gewollt!
Du bist zu weit gegangen, Galilei. Die Jesuiten sind mächtig. Ich kann Dir leider nicht mehr helfen...
Wir werden schon sehen, wer triumphiert: die Vernunft oder die Ignoranz.
Das war zu erwarten. Galilei wurde 1633 gezwungen, öffentlich zu widerrufen.


NEWTON
Ein Morgen im Jahre 1690 in Cambridge
Meister?
Keine Antwort ...
Mylord Newton ... äläm ...
Was gibt's denn schon wieder?
Mylord, Ihre Bestellung ...
Was ist los mit meiner Bestellung?
Quecksilbersalz, Schwefel, Bleiweiß ...
Du sollst mir diese Chemikalien besorgen, was wartest Du noch?


Wie? Sie wußten nicht, daß die wissenschaftliche Eminenz seiner Zeit, Mylord Newton, die Alchemie praktizierte?
... also nach dem Zauberbuch: eine Unze Fingernägel, ein paar Tropfen Essig...
Was macht er jetzt wieder?
Ah, ah, ah! ... es scheint zu werden ... eines Tages werde ich die Welt beherrschen!
Huh... was für ein Gestank?
Anselm!
Ich habe Dich gestern mit der Nachbarin gesehen...
Dieses Mädchen mit dem schamlosen Dekolleté.
Das möchte ich nicht noch einmal sehen.
Jawohl, Meister...
Wir leben in einer unzüchtigen Welt.


My goodness, wenn ich nur daran denke, was dieses Hornvieh Leibniz schreibt: es soll keinen absoluten Raum geben.
Anselm, bring mir einen Schoppen Wasser.
Einen Schoppen Wasser... einen Eimer, Mylord?
Ich hänge den Eimer an ein Seil, das ich zuvor stark verdrillt habe.
... und lasse ihn los. Zuerst dreht sich nur der Eimer. Das Wasser dreht sich nicht mit, seine Oberfläche bleibt eben.
Nach und nach wird das Wasser durch die Reibung mitgenommen, und die Zentrifugalkraft verformt die Oberfläche.
Sieh her, jetzt halte ich den Eimer an. Wegen seiner Trägheit dreht sich das Wasser weiter. Seine Oberfläche bleibt eingedellt. Verstehst Du?


Absolut nicht, Meister!
Dummkopf! Es ist doch alles ganz klar! Das beweist, daß es einen absoluten Raum gibt, eine Art Behälter, in dem sich das Universum befindet. In diesem Behälter befindet sich mein Wasser und nicht in dem Eimer.
Wie Du gesehen hast, wirkt die Zentrifugalkraft nur, wenn das Wasser sich in Bezug auf den absoluten Raum dreht. Leibniz ist ein räudiger Esel, und das werde ich ihm auch schreiben.
Na, dieser Leibniz wird sich nicht freuen ...
Gott hat, dank seiner unendlichen Weisheit, die Sterne in den leeren Raum gesetzt und nicht in einen Raum, der mit Wirbeln angefüllt ist, wie es dieser Franzose, Herr Descartes schreibt, der wohl das Universum mit einer Tasse Tee verwechselt.
Aber sagen Sie mal, zwischen den Sternen, ist denn da ... nichts?
Genau so ist es: Dort ist nichts.


Nichts... ach sieh mal an, ich habe das Nichts erfunden.
... das man nicht mit dem Nichtsein verwechseln darf.
Aha... ja, selbstverständlich.
Sieh her, Anselm. Die Gravitationskraft, die sich wie der Kehrwert des Abstandsquadrats ändert, bindet die Gestirne aneinander.
ZENTRIFUGALKRAFT
ERDE
MOND
GRAVITATIONSKRAFT
Durch diese Kraft, die momentan und in die Ferne wirkt und die der Zentrifugalkraft entgegensteht, wird der Mond an die Erde gebunden.
Ebenso hält damit die Sonne alle Planeten.
Ah, ich bin wirklich genial...
... und die anderen sind einfach Schwachköpfe. Keiner von ihnen hat eine bedeutende Idee....


Und die wagen es, mich zu kritisieren! Aber ich werde sie vernichten, ich werde sie alle vernichten, hörst Du, Alle!
Yes, Mylord...
UARK
Hmmm...
So, bring mir jetzt schnell von dem gemahlenen Rindshorn!
Äh... yes Mylord



Château de la Malmaison, im August 1802.

Nun, wie geht's Herrn von Wißtegern?

In Ihrer Gesellschaft, verehrteste Sophie, immer gut.

Sagen Sie mal, ist das da drüben nicht der Baron de Laplace zusammen mit Bonaparte?

Es sieht so aus.

Aber wer ist dieser Engländer mit dem deutschen Akzent?




Mister Herschel, Laplace hat mir über Sie erzählt: Sie bauen Teleskope, Sie haben die Entfernung von der Erde zur Sonne berechnet. Aber darüber hinaus sollen Sie andere Welten entdeckt haben. Das geht ja über unser Vorstellungsvermögen.
Monsieur le Premier Consul, das Universum erscheint durch unsere Instrumente tatsächlich viel gewaltiger, als wir es vorher ahnten. Ich habe Welteninseln beobachtet, Nebel, die aus Myriaden von Sternen bestehen. Das Licht hat vielleicht Millionen von Jahren gebraucht, um zu uns zu kommen.


Herschel hat unsere Vorstellung von der Welt dermaßen umgekrempelt, daß wir nicht mehr wissen, wo ihr Zentrum ist. Die Sterne bewegen sich, die Sonne auch. Die Milchstraße ist eine große Scheibe aus Legionen von Sternen, und sie dreht sich auch noch um sich selbst...
... die Welt ist in ständiger Änderung begriffen.
Ich habe lediglich die Wunder entdeckt, die der Schöpfer in das gewaltige Universum gesetzt hat.

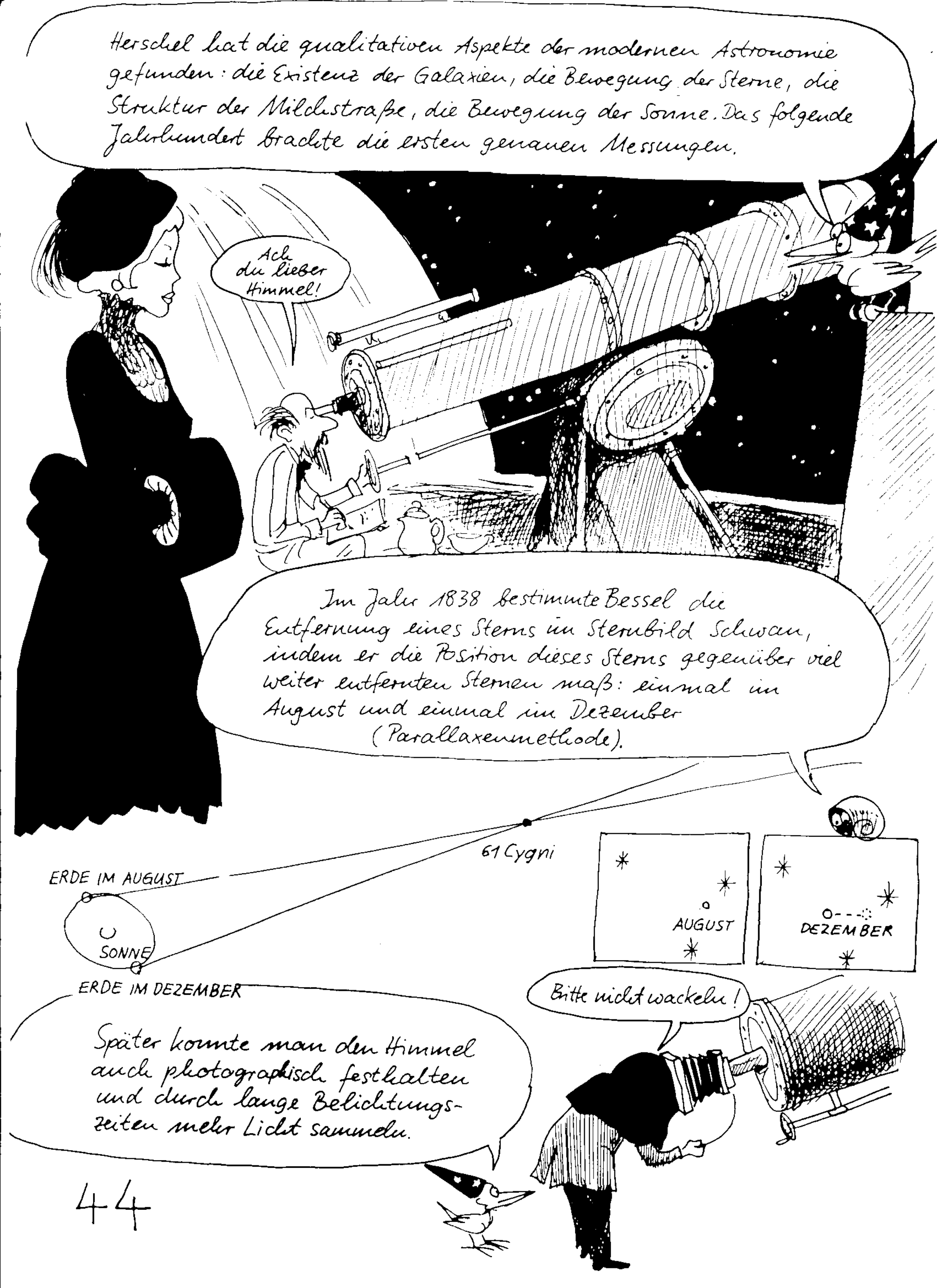

Aber jeder weiß doch, daß es der Mathematiker Laplace war, der Ordnung in das Ganze gebracht hat, der die letzten Geheimnisse der Planetenbahnen aufgeklärt hat... durch seine wunderbar exakten Berechnungen.






Apropos, Laplace, Sie wissen doch, was Newton glaubte:
Wenn ein Planet seine Bahn verläßt, bringt Gott ihn wieder hin, wo er hingehört. Was halten Sie davon?
Ich kann sagen Monsieur le Premier Consul, daß ich diese Hypothese für meine Berechnungen nicht benötige.
Herschel und Laplace... eine neue Welt scheint zu entstehen.
Aber eins wundert mich bei diesem Herrn Herschel.
Was denn, Premier Consul?


Er führt ein friedliches Leben, er versteht sich mit seiner Frau, er kann mit seinem Sohn zufrieden sein, und er hat keine Feinde. Das ist doch ungewöhnlich.
Ja, für einen Wissenschaftler wirklich eine Ausnahme.
Oh, entschuldigen Sie mich, da kommt Josephine!...
Und Sie glauben tatsächlich, mein lieber Laplace, daß Welten, die der unseren ähnlich sind, um Milliarden Sonnen in jeder Galaxie kreisen können?
Auf jeden Fall.
Auch auf anderen Planeten gibt es Leben, jeder Planet hat seine Geschichte und seine Zivilisationen.


Herschel hat die qualitativen Aspekte der modernen Astronomie gefunden: die Existenz der Galaxien, die Bewegung der Sterne, die Struktur der Milchstraße, die Bewegung der Sonne. Das folgende Jahrhundert brachte die ersten genauen Messungen.
Ach du lieber Himmel!
Im Jahr 1838 bestimmte Bessel die Entfernung eines Sterns im Sternbild Schwan, indem er die Position dieses Sterns gegenüber viel weiter entfernten Sternen maß: einmal im August und einmal im Dezember (Parallaxenmethode).
61 Cygni
ERDE IM AUGUST
SONNE
ERDE IM DEZEMBER
AUGUST
DEZEMBER
Bitte nicht wackeln!
Später konnte man den Himmel auch photographisch festhalten und durch lange Belichtungszeiten mehr Licht sammeln.

Im Jahr 1912,
Fräulein Henrietta Leavitt



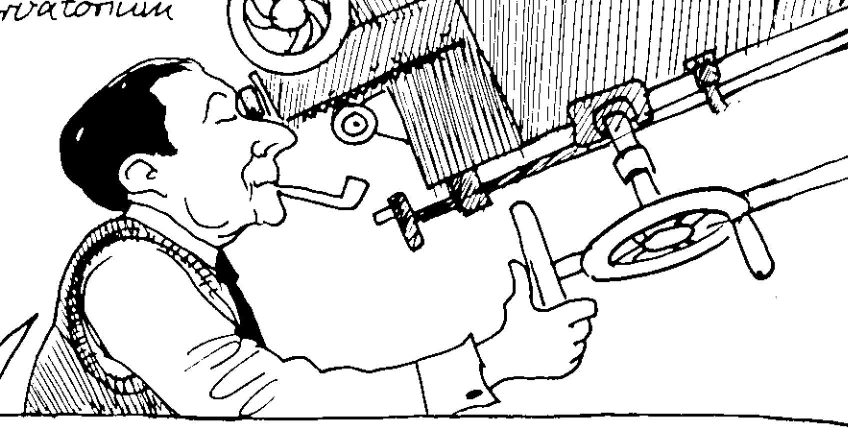




DIE PALOMAR-STORY

Edwin Hubble im Mount-Wilson-Observatorium im Jahr 1924:






Damned! Meine Pfeife ist runtergefallen.
Hubble setzte später seine Beobachtungen mit dem 5m-Teleskop auf dem Mount Palomar fort, das zehn Milliarden Lichtjahre weit „sieht". Damit hatte die moderne Kosmologie ein Instrument, das ihren Ambitionen gerecht wurde.

Hier die wohl aufregendste Entdeckung bei der unermüdlichen Suche: Seit Kirchhoff 1859 die Spektralanalyse begründet hatte, konnte man die chemische Natur der emittierenden Stoffe eines Sterns bestimmen, indem man hinter das Teleskop ein Spektrometer setzt.

CHARAKTERISTISCHES SPEKTRUM

LICHT

STRAHLER

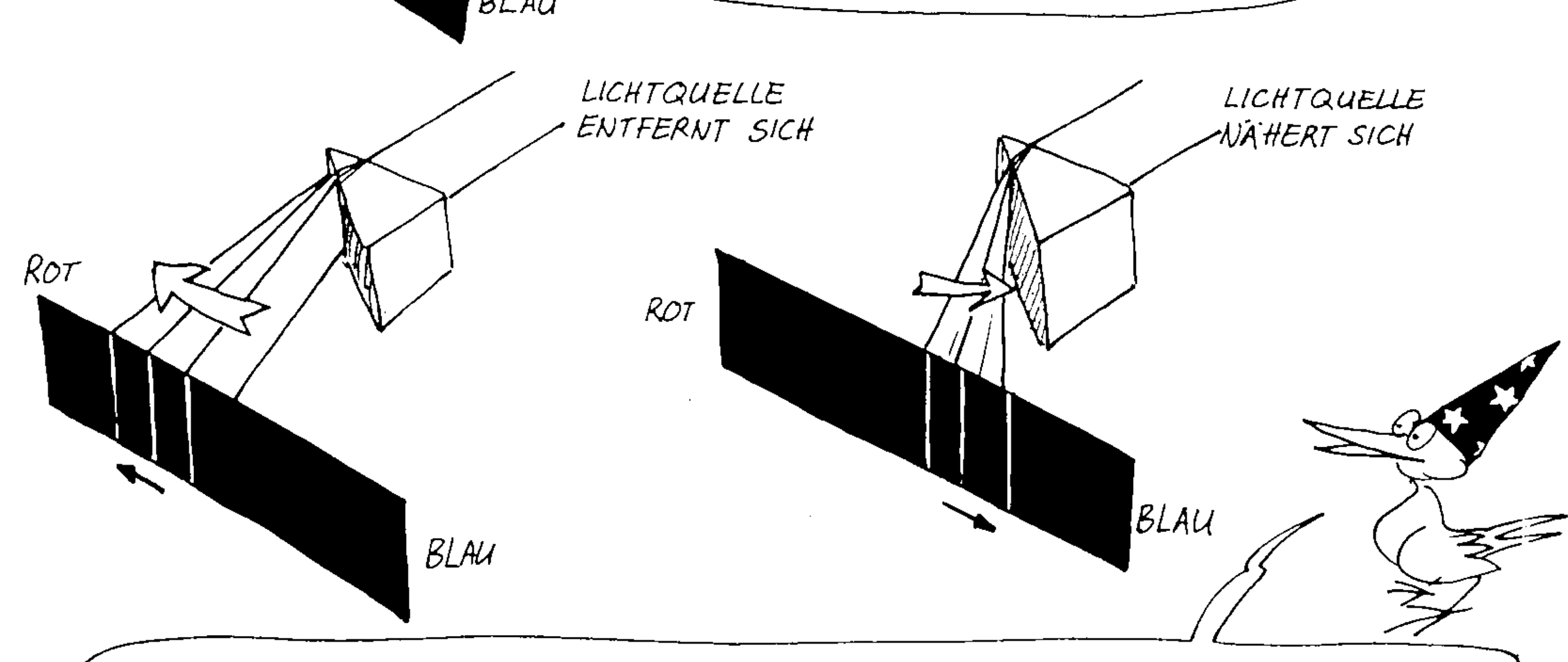
PRISMA

ROT

SPEKTRAL-LINIEN

BLAU

Jedes Atom, jedes Molekül hat ein wohldefiniertes Spektrum.



Solange sich die Lichtquelle vom Beobachter wegbewegt, erfahren alle Spektrallinien eine Verschiebung zum Roten hin. Nähert sich die Lichtquelle, so ist das Spektrum zum Blauen hin verschoben. So kann man aus dem Spektrum nicht nur auf die chemische Natur der Lichtquelle schließen, sondern auch auf ihre Geschwindigkeit relativ zu uns.

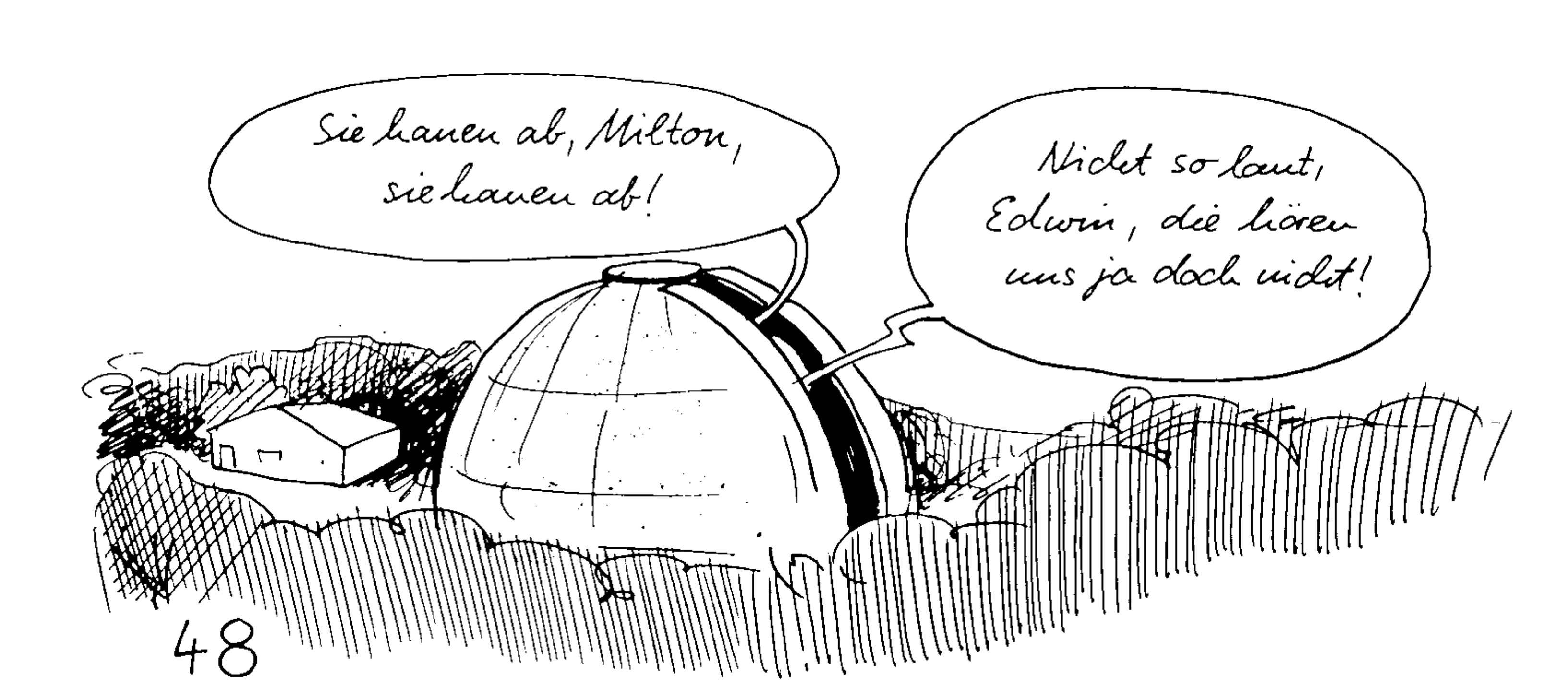


Das ist der Doppler-Effekt. Wir sind ihm schon in dem Band „DER URKNALL" begegnet.

Hubble und Humason haben die Spektren sehr weit entfernter Galaxien untersucht und eine Rotverschiebung festgestellt. Die Galaxien bewegen sich also von uns weg. Sie zeigten bald darauf, daß die Fluchtgeschwindigkeit proportional zur Entfernung der Galaxien von uns ist.

Logischerweise mußte also das Universum durch eine gewaltige Explosion geboren worden sein.

DER URKNALL




Heißt das etwa ... das Universum ist nichtstationär?
Und niemand hätte davon zu träumen gewagt, bevor Hubble seine Zufallsentdeckung machte.
Vor 1572 wäre kein Mensch auf die Idee gekommen, daß die Sterne nicht ewig strahlen können.
Bis Tycho Brahe eine Supernova gesehen hatte, das heißt den Tod eines Sterns durch eine gewaltige Explosion.
Schon 1810 warf Herschel die Frage auf, wovon die Sterne existieren.
Wie erzeugen sie ihr Licht? Etwa durch Verbrennung von Kohle?

Hans Bethe, in Dänemark, im Jahr 1938.









Lemaître, Abt und berühmter Mathematiker an der Universität von Löwen:

Wenn sich das Universum ausdehnt, muß es vor langer Zeit einmal auf ein sehr heißes und dichtes Uratom konzentriert gewesen sein. Das war der Augenblick der Schöpfung.




Aha! Die Bibel hat also doch recht.
Man braucht nur die Daten etwas abzuändern. Die Schöpfung hätte also vor fünfzehn bis zwanzig Milliarden Jahren stattgefunden.
Fred Hoyle, auf der anderen Seite des Ärmelkanals, bekämpft diese These energisch. Nach seiner Vorstellung nimmt die Zahl der Atome im Universum ständig zu, es findet eine permanente Schöpfung statt.
Also Hoyle unternimmt alles, um das Wiedereindringen der Theologie in die Wissenschaft zu verhindern.
H
Eine Kirche gegen eine andere...

QUASARE

Sternwarte von Pasadena (USA) 1960

Der Student Thomas Mattews bei Professor Jesse Greenstein




Schließlich analysiere ich ja Sternspektren nicht erst seit gestern ... es gibt keinen Körper, der sowas emittiert.
Könnte das nicht einfach ein Dopplereffekt sein? Wasserstoff zum Beispiel, mit einer enormen Fluchtgeschwindigkeit?
Thomas! Wenn er eine solche Geschwindigkeit hätte, müßte er sehr weit weg von uns sein, denn nach Hubbles Gesetz ist die Entfernung proportional zur Fluchtgeschwindigkeit. Und wenn das zuträfe, müßte dieses kleine Ding, das ja 50.000 mal kleiner als die Milchstraße ist, 100 mal mehr Energie emittieren!
Sie können jetzt gehen...
Ich habe doch nichts Schlimmes gesagt...
Er ist Radioastronom, ... hat doch keine Ahnung von Spektroskopie.
P
P

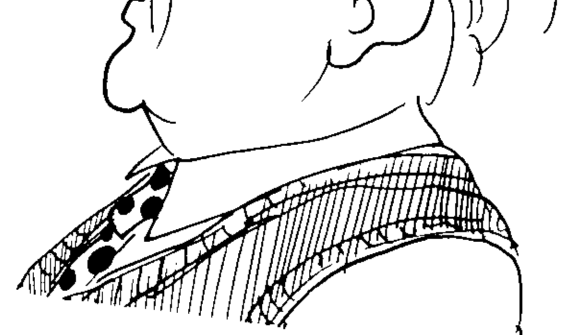
EIN JAHR SPÄTER

Maarten Schmidt:









Jesse, das ist der schönste Tag meines Lebens.

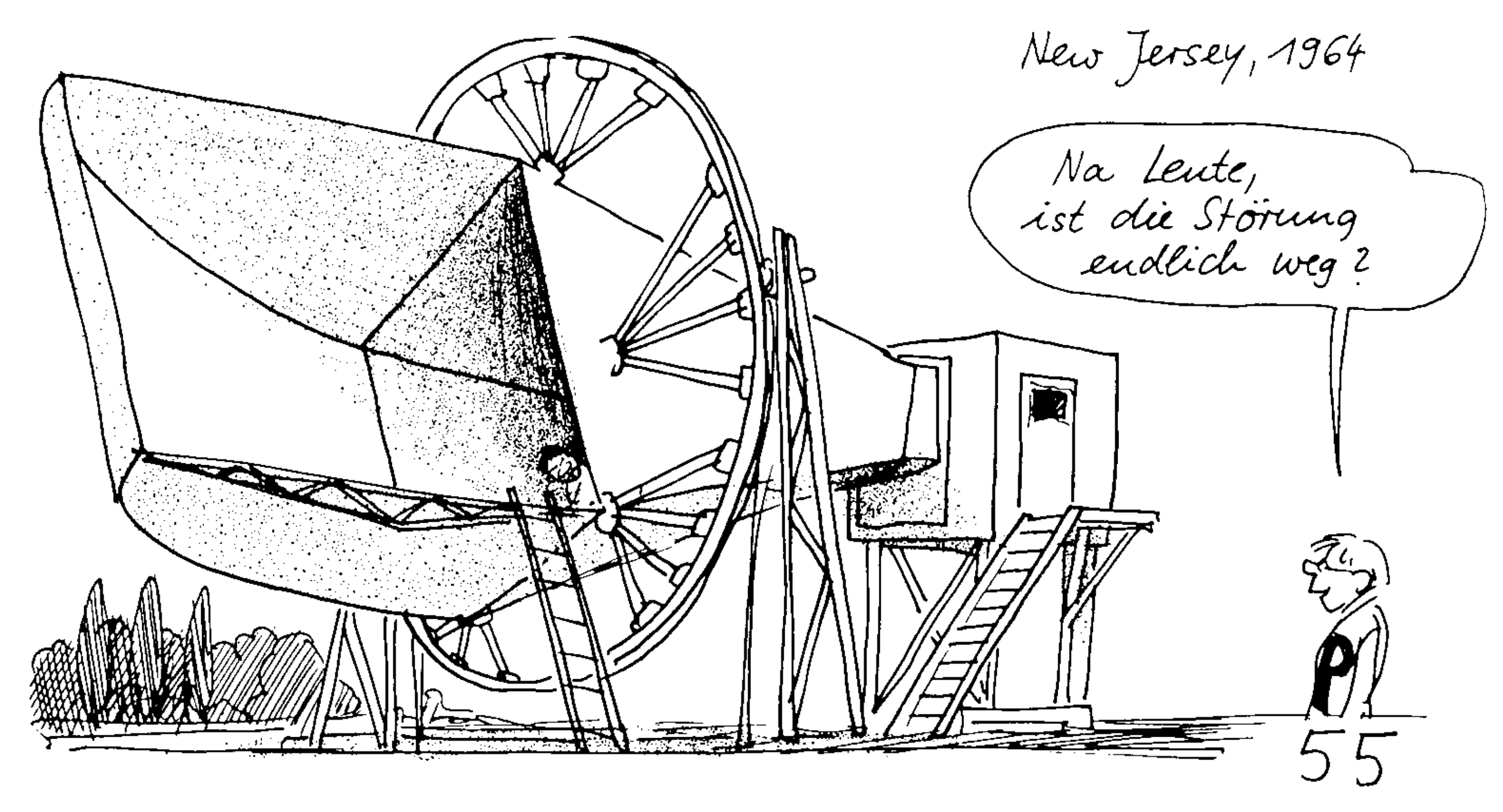
Dieses Ding ist zwei Milliarden Lichtjahre von uns entfernt, und es hat eine Fluchtgeschwindigkeit von 47.000 Kilometern pro Sekunde.

Und obwohl es kaum größer ist als ein Stern, emittiert es mehr Energie als eine ganze Galaxie.

Was sagst Du da?

Ach, nichts.

DIE HINTERGRUNDSTRAHLUNG





Nichts zu machen! Penzias hat alle Ritzen mit Klebeband zugeklebt.
Könnte es keine Tauben-... Dingsbums sein?
Nein, nein. Wilson hat alles gereinigt. Dieses verdammte Radiostörsignal bleibt. Aber das merkwürdigste daran ist, daß es völlig isotrop ist: Aus allen Richtungen des Kosmos kommt gleich viel.
Es gibt also nirgendwo einen Sender.
Ich habe Dicke mitgebracht, diesen Burschen aus Princeton, er hat eine Idee über die Ursache des Signals.
Ja, genau das ist es!...
Was ist es?
Was Ihr auffangt, ist die „Asche" des Urknalls, der fossile Rest dieser gewaltigen Urstrahlung.
Das muß es sein...

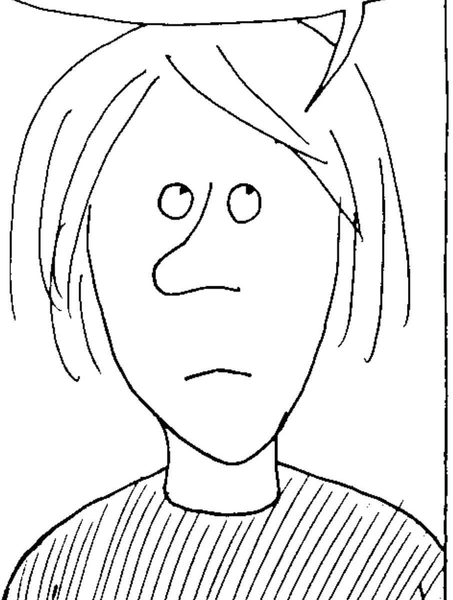
WO IST DIE ANTIMATERIE GEBLIEBEN ?



Aber es bleibt ein ärgerliches Dilemma bei diesem wunderbaren, Urknall genannten Zaubertrick. Aus der Urstrahlung bilden sich Materie und Antimaterie.
Dann aber, während sich das Universum abkühlt, vernichten sich Teilchen und Antiteilchen gegenseitig. Nur jedes milliardste Teilchen überlebt(*).

Aber nach der Theorie hätte nichts überleben dürfen.

Absolut nichts.





(*) Siehe „DER URKNALL" in dieser Reihe.

Jean-Marie Souriau, Professor an der Université de Provence, ist der Überzeugung, die Welt habe sich in zwei Hälften geteilt.

Ein endliches, in sich geschlossenes Universum. Eine Art dreidimensionale Hyperkugel (*), wo die Materie die eine Halbkugel einnimmt und die Antimaterie die andere.

MATERIE

ANTIMATERIE

Hier ein zweidimensionales Modell.

Dazwischen in einer Art Niemandsland, findet Zerstrahlung von Materie und Antimaterie statt.

Wir befinden uns in dieser Gegend hier, in dem Halbuniversum der Materie.



Und diese Kugelschale hier, deren Zentrum die Erde ist, entspricht dem Bereich, den wir mit unseren stärksten Teleskopen beobachten können – mit den Teleskopen, mit denen man die Quasare in einer Entfernung von 15 Milliarden Lichtjahren entdeckt hat.



(*) Siehe „DAS GEOMETRIKON" in dieser Reihe.


Und weiter?
P
ERDE
Richtet man das Teleskop in Richtung Schlangenträger – Schütze, so stellt man fest, daß es nach 10 Milliarden Lichtjahren zunächst keine Quasare mehr gibt – erst 400 Millionen Lichtjahre weiter beobachtet man wieder welche.
Nach Souriau handelt es sich dabei um diese Äquatorialgegend, die sich durch Zerstrahlung entleert hat. Sie müßte eine halbe Milliarde Lichtjahre dick sein.
Und was man dahinter sieht, wären Antiquasare, die aus Antimaterie bestehen.
Der am weitesten entfernte Quasar oder Antiquasar, den man bisher gesehen hat, befindet sich in einer Entfernung von einigen 15 Milliarden Lichtjahren.
Souriau schätzt den Durchmesser des Universums auf 60 Milliarden Lichtjahre.



Das heißt also, daß man mit den heute existierenden Teleskopen die Hälfte des Universums sieht.
P
T
P'
Wenn ich richtig verstehe, hat dieses Universum zwei Pole: Einen für die Materie und einen für die Antimaterie. Diese Pole sind Antipoden, d.h. im Dreidimensionalen befinden sie sich in entgegengesetzten Richtungen.
Gegen Anfang des Jahrhunderts hat man mit viel Mühe die Welt von jeglichem Zentrum befreit. Wenn dieses Modell richtig ist, haben wir jetzt zwei Zentren. Und was befindet sich in diesen Zentren?
Das können nur Ormazd und Ahriman sein (*).
Und die Äquatorialzone wäre... Mithras?
Bei der Auswertung astronomischer Daten hat Souriau auch gefunden, daß das Universum aus Schichten besteht – wie ein Blätterteigkuchen. In zwei Dimensionen entspräche das Anhäufungen längs Parallelkreisen. Die Achsen der Galaxien zeigen im großen und ganzen auf die Polachse hin.
Diese Schichtstruktur äußert sich aber nur in der Orientierung der großen, flachen Halos der Galaxien, die kürzlich entdeckt wurden. Der zentrale Teil der Galaxien dagegen hat keine Vorzugsorientierung.
(*) Die von Souriau berechneten Polrichtungen sind denen der persischen Kosmologie tatsächlich sehr nahe.



DAS ZWILLINGSUNIVERSUM

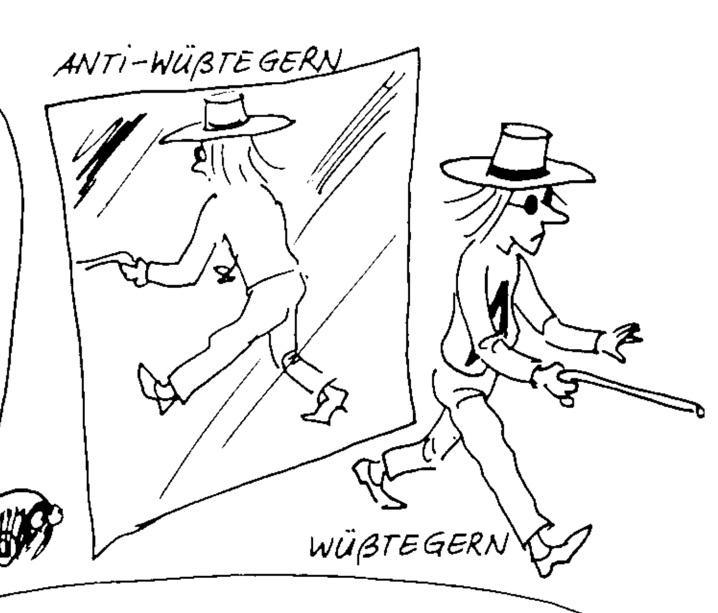
Nachdem seine Theorie der permanenten Schöpfung zusammengebrochen war, versuchte es Fred Hoyle mit einer neuen Idee.

Das Materie-Universum, das wir kennen, stellt nur die Hälfte der Realität dar. Die andere Hälfte, nämlich ein Universum aus Antimaterie, befindet sich in einem anderen Universum. Diese beiden Universen sind sozusagen Zwillinge.

Sie haben sich im Augenblick des Urknalls getrennt, und jedes lebt sein eigenes Leben. Aber die Zeitrichtung in den beiden ist umgekehrt. Die Zukunft des einen ist die Vergangenheit des anderen – und umgekehrt.

Die Geometrie eines solchen Modells hat etwas Verwirrendes an sich.

Die eine dieser Welten könnte das Spiegelbild der anderen sein – und zwar im Raum <u>und</u> in der Zeit. Was in dem einen rechtshändig ist, ist linkshändig im anderen. Und der Film der Ereignisse im einen wäre derselbe wie im anderen, nur rückwärts laufend gesehen.



Dieses zweiseitige Band bedeckt das klassische Möbiusband zweimal. Wenn das Möbiusband ein Spiegel wäre, wäre das zweiseitige Band sein eigenes Bild.

ZEIT-NULLPUNKT

Der Urknall wäre das Ablösen des Universums, das zum Zeitpunkt Null auf dieser Fläche geklebt hat, die sowohl im Raum als auch in der Zeit nichtorientierbar ist (ein vierdimensionales Möbiusband). Das Gegenüber von zwei Bereichen des Universums würde diesen Zwillingscharakter zur Folge haben.

ZWEISEITIGES BAND

MÖBIUSBAND (SPIEGEL)

schnell...

ASPIRI

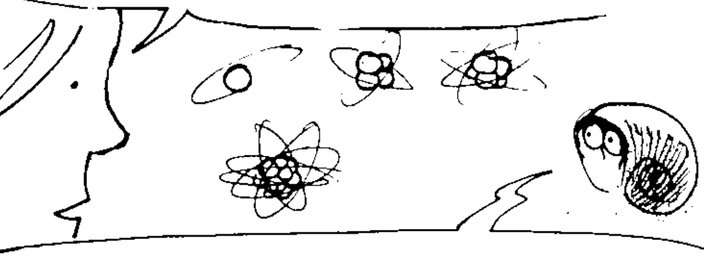
Und Antimaterie ist nichts anderes als Antipodenmaterie.



AUßERIRDISCHES LEBEN

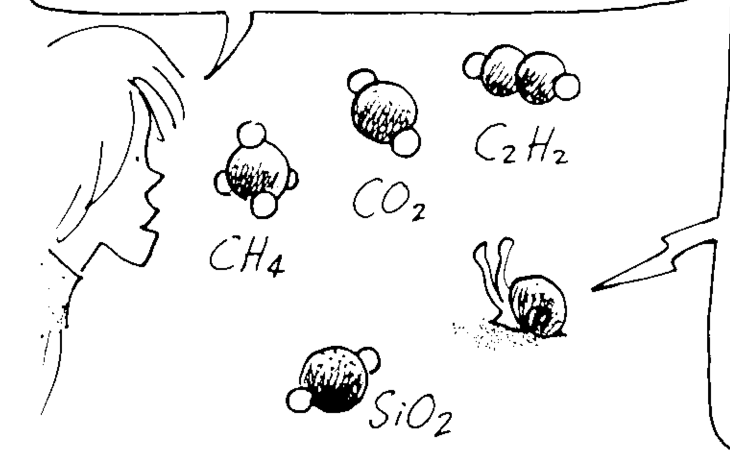


Paß auf, das ist eine lange Überlegung. Seit dem Anfang des Jahrhunderts weiß man, daß es nur eine begrenzte Zahl chemischer Grundstoffe gibt.



Etwas mehr als hundert verschiedene Atome. Sie bilden das Periodensystem.

Mit diesen hundert Atomen kann man die verschiedensten Moleküle bilden. Diejenigen, die Kohlenstoff enthalten, stellen eine Besonderheit dar.



Sie sind stabil genug, um existieren zu können, aber doch auch genügend instabil, so daß sie extrem viele chemische Veränderungen erfahren. Auch Silicium bildet viele verschiedene Verbindungen. Aber diese sind zu stabil, um eine Basis für das Leben darstellen zu können.
So können die Pflanzen bei der Photosynthese Kohlendioxid, CO_2, zerlegen. Sie wären nicht im Stande die analoge Siliciumverbindung zu zerlegen: der Quarz, SiO_2 ist viel zu stabil.

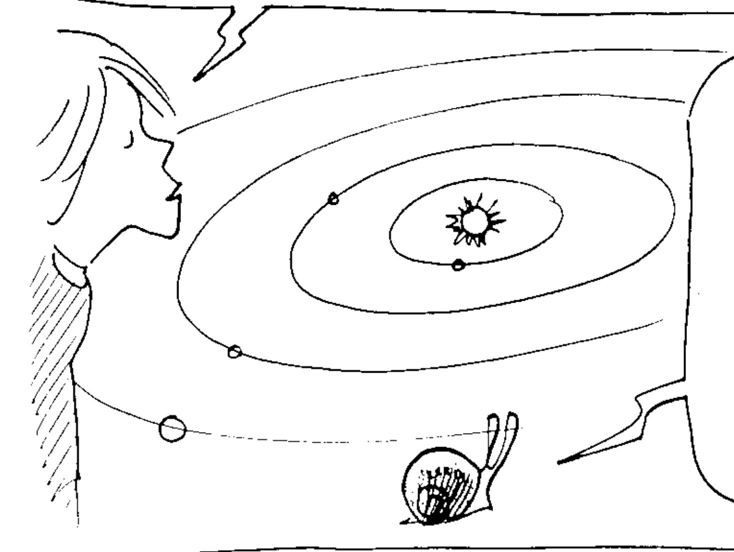
Die Einbildungskraft der Natur ist nicht unbegrenzt. So wie hundert Atome die Bausteine aller Materie bilden, findet man auch in unserer ganzen Galaxie, und sicher auch in allen anderen Galaxien dieselben organischen Verbindungen.

Wie zum Beispiel dieses Ethanol-Molekül.





In unserer Galaxis ist die Sonne ein ganz banaler Stern. Es gibt 100 Milliarden von derselben Art, und wahrscheinlich gibt es Milliarden von Planetensystemen, die dem unseren ähnlich sind.



Berechnungen haben gezeigt, daß sich aus Gas und Staub, die um einen Stern kreisen, ein Planetensystem bilden kann, mit großen, quasi-flüssigen Planeten weiter außen, wie unser Saturn und Jupiter, und kleinen, festen Planeten in der Nähe des Sterns.

Von Zeit zu Zeit wird sich auch ein Planet bilden, dessen Masse groß genug ist, um eine Atmosphäre festzuhalten. Außerdem wird es Wasser geben. Jedoch muß die Temperatur hoch genug sein, damit das Wasser nicht gefroren ist, denn für die Entstehung von Leben ist flüssiges Wasser unentbehrlich. Zu hoch darf die Temperatur auch nicht sein, damit nicht alles Wasser verdampft.

Aber trotz dieser Einschränkungen muß das Leben eine furchtbar banale Erscheinung im Universum sein.


Nach meiner Rechnung müßte ungefähr jeder hunderttausendste Stern einen Planeten mit hochentwickeltem Leben und intelligenten Wesen haben.
Und vielleicht einige Billionen hochentwickelte Wesen pro Galaxie.
Das ergibt eine Million bewohnte Planeten in unserer Galaxis!
Und es gibt wahrscheinlich Milliarden von Galaxien im Universum. Das ergibt einige Trilliarden Leute, die der Weihnachtsmann in einer einzigen Nacht besuchen müßte...
Technisch nicht zu realisieren!
IEHAH
Darum glaube ich also nicht mehr an den Weihnachtsmann.

KONTAKTE ?

Die Voyager-Raumsonde ist am Uranus vorbeigeflogen. Sie verläßt nach zehnjähriger Reise das Sonnensystem.



Bis zum nächsten Stern ist es noch zehntausendmal weiter! Bei der Geschwindigkeit, die sie hat, erreicht sie ihn in hunderttausend Jahren...



Seit Albert Einstein kann man leider diese dämliche Lichtgeschwindigkeit von 300 000 km/s nicht mehr überschreiten(*).



Das reinste Schneckentempo!

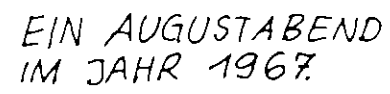
Wenn man Beschleunigung und Abbremsung mitzählt, brauchte man mit einer Rakete, die mit „Wasserstoffbomben" angetrieben wird, immer noch 40 Jahre, um den nächsten Stern zu erreichen.

Und wer garantiert uns, daß man dort irgendetwas Interessantes finden würde?



Die ganze Reise könnte für die Katz sein!

(*) Siehe „ALLES IST RELATIV" in dieser Reihe.



Anthony Hewish und Jocelyn Bell, am Radioteleskop in Cambridge.

SPRIUITSCH
SPRIUITSCH
SPRIUITSCH

Jocelyn, hören Sie diese modulierten Radiosignale?

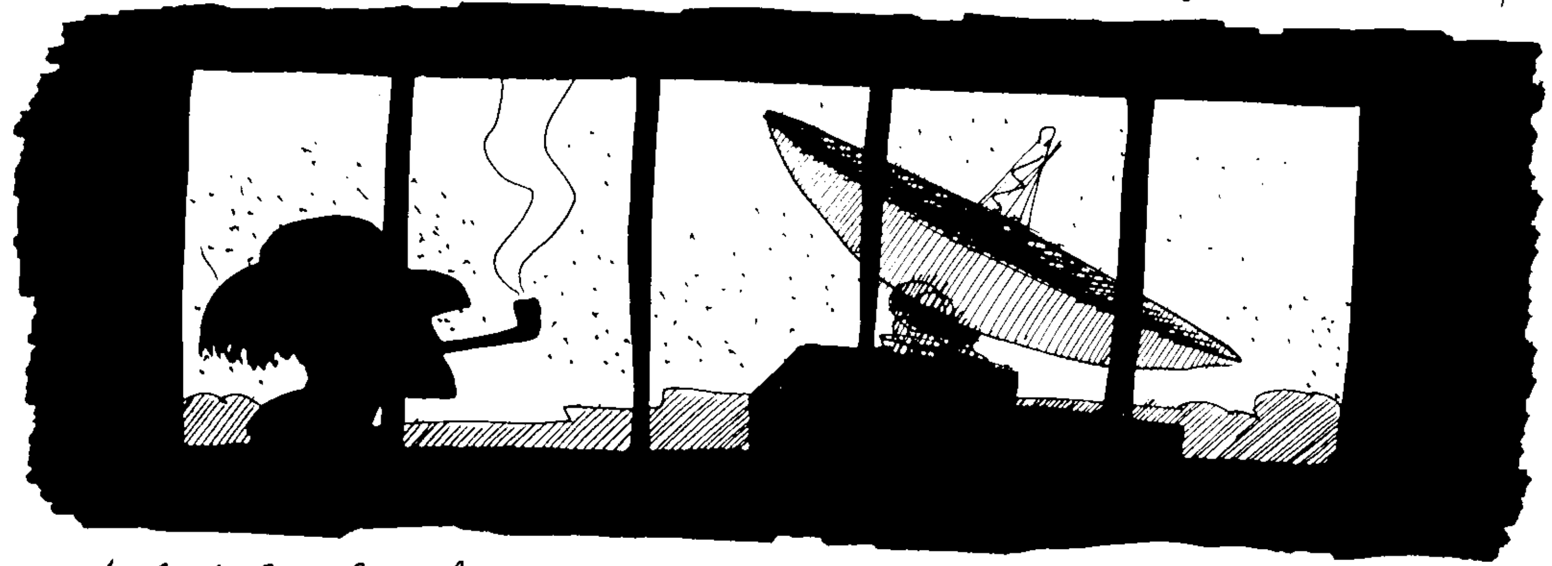
Ja, Anthony, ich höre sie.

Jocelyn, „sie" sprechen mit uns!

Ach Anthony, es ist einfach wunderbar!

Falscher Alarm. Das war das Radiosignal eines Pulsars (ein schnell rotierender Neutronenstern). Ein Pulsar verhält sich wie eine Art Radio-Blinkfeuer.

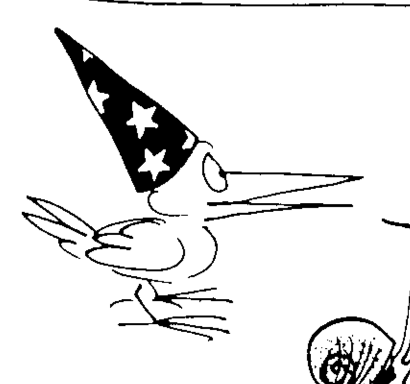
Aber man lauscht bis heute weiter den Himmel ab, nach irgendeiner Botschaft.



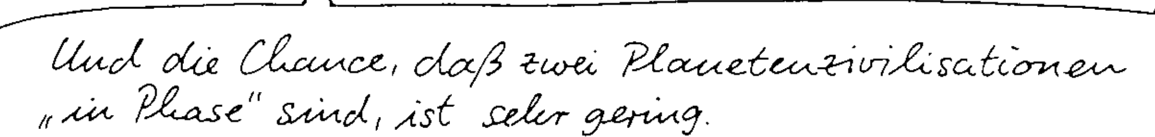
Auch die Erde hat schon zahlreiche Botschaften hinaus in die kosmische Nacht geschickt.

Verschiedene Gründe könnten dafür verantwortlich sein, daß man keinerlei Botschaften empfängt: Verglichen mit den Jahrmilliarden, die die Entwicklung des Lebens dauert, ist die intelligente Phase nur ein winziges Zeitintervall. Und noch viel kürzer ist die Zeit, die vergangen ist, seitdem das erste Radiosignal durch den Äther gedrungen ist (1934)!

Die Wahrscheinlichkeit für eine Selbstzerstörung unserer Zivilisation innerhalb der nächsten Jahrzehnte ist sehr hoch.



Wenn es bei den anderen genauso zugeht, ist dieses Kommunikationsfenster von weniger als einem Jahrhundert außerordentlich schmal.



Eine andere Idee: Daß man Radiowellen, deren Geschwindigkeit ja auf 300 000 km/s begrenzt ist, benutzt, könnte ein Versuch sein, den man schnell wieder aufgibt. Vielleicht wurden diese Wellen durch ein schnelleres Transportmittel abgelöst? Das könnte die Stille im Radiobereich erklären.

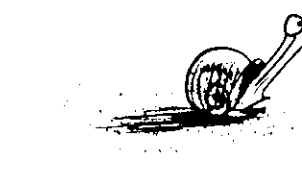
Seit Generationen hat niemand ein Rauchsignal gesehen. Hinter diesen Bergen gibt es keine Menschen!

EPILOG

Aufregende Geschichten waren das. Was hat wohl die Zukunft noch auf Lager?

Wenigstens was uns noch von der Zukunft bleibt...

Oh Leute, ist das lustig!



Aufgrund seiner Beobachtungen und mit Hilfe seiner Intuition hat der Mensch nach und nach wesentliche Aspekte des Kosmos erkannt.

Die Bewegung der Erde, die Entfernung und die Größe der Sterne und diesen Atem des ganzen Universums...

Nanu, was ist das für ein rote Scheibe am Himmel!?

Ein phantastisches Schauspiel! Größer als der Mond!

Sicher gibt es aber auch Dinge, die wir uns gar nicht vorstellen können. Aspekte des Kosmos, der Wissenschaft, die ganz außerhalb unserer Reichweite liegen.

Oder, noch schlimmer: die direkt vor uns sind.

Hm! ... auf und davon! und völlig lautlos!



(*) Siehe „DIE MAGNETISCHE SCHALLMAUER" in dieser Reihe.

Wir haben ein für alle mal entschieden, daß das Universum nur vier Dimensionen hat – drei Raumdimensionen und die Zeit – und, daß es ein Kontinuum ist. Diese Dinge stellen wir nicht mehr in Frage, nie mehr...

?...

Könnte es nicht vielleicht sein, daß Sie ... wie soll ich sagen ... einen halluzinogenen Salat gegessen haben?

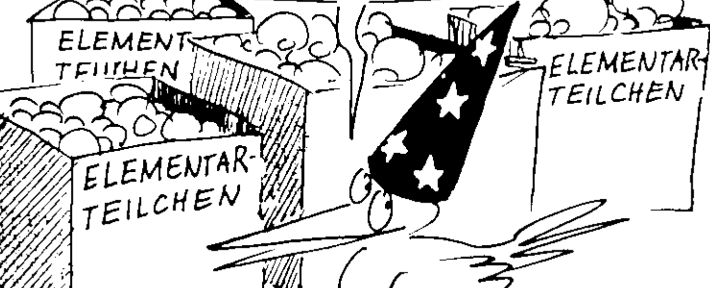
Wir klammern uns an unsere Modelle wie an eine Boje, unter dem Vorwand, daß sie uns „nützliche Dienste leisten".

Wissen Sie, so was kann jedem mal zustoßen...

Mir selbst, gelegentlich...

Aber ich habe es gesehen!

Man kann sich wirklich fragen, ob die Beschreibung der Welt durch die Quantenmechanik nicht dem System der Ptolemäischen Kreise etwas ähnlich ist?...

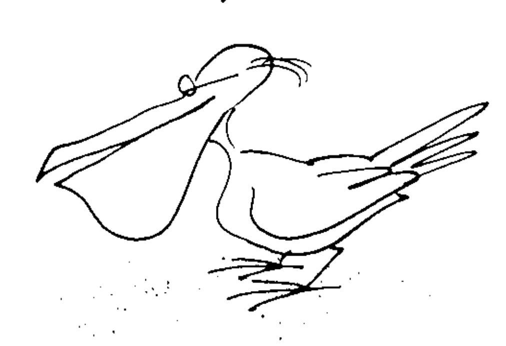


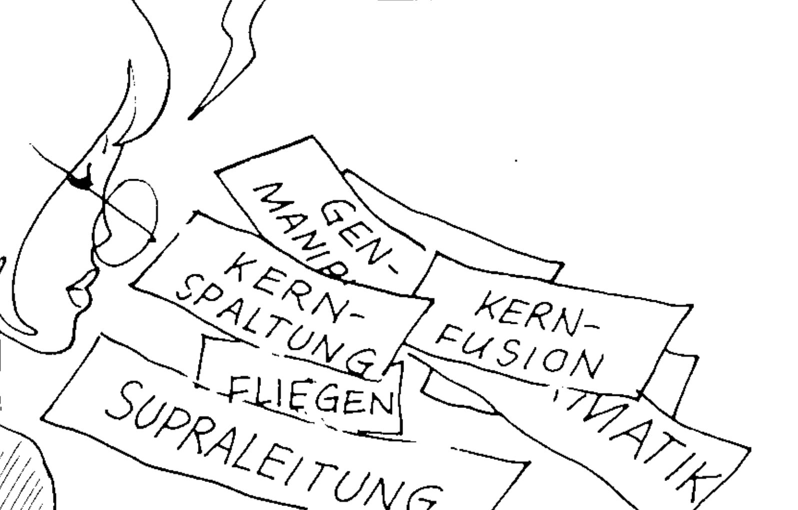
Vielleicht ein Tagtraum, Tiresias!

Sie glauben gesehen zu haben!

Nimm die zehn wichtigsten Phänomene der modernen Physik. Vor einem Jahrhundert hätten die Physiker streng bewiesen, daß all das unmöglich wäre.

Ein Freund von mir ist Psychiater, sehr nett, wenn Sie das interessiert ...





Nehmen wir an, das Universum hätte mehrere vierdimensionale Schichten oder Etagen, in denen die Gesetze der Relativitätstheorie gelten ... oder anders gesagt: nichts könnte sich schneller bewegen als das Licht in dem Universum, in dem wir sind ...

Aber wie sollte man in eine andere Etage gelangen?

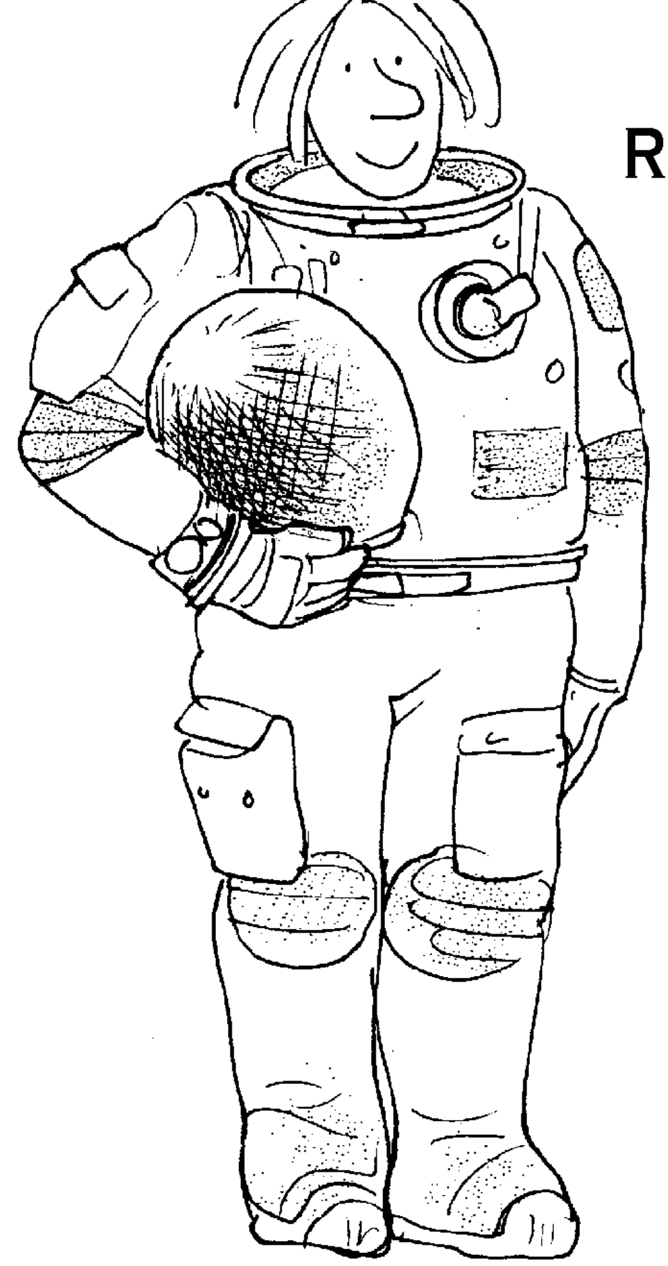
Jetzt geht das schon wieder los!

ENDE

savoir sans frontières

Die Abenteuer von Anselm Lanturlu

Jean-Pierre Petit



REISE UM DIE ERDE IN 80 MINUTEN

Übersetzung von Barbara Schulten

http://www.savoir-sans-frontieres.com

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



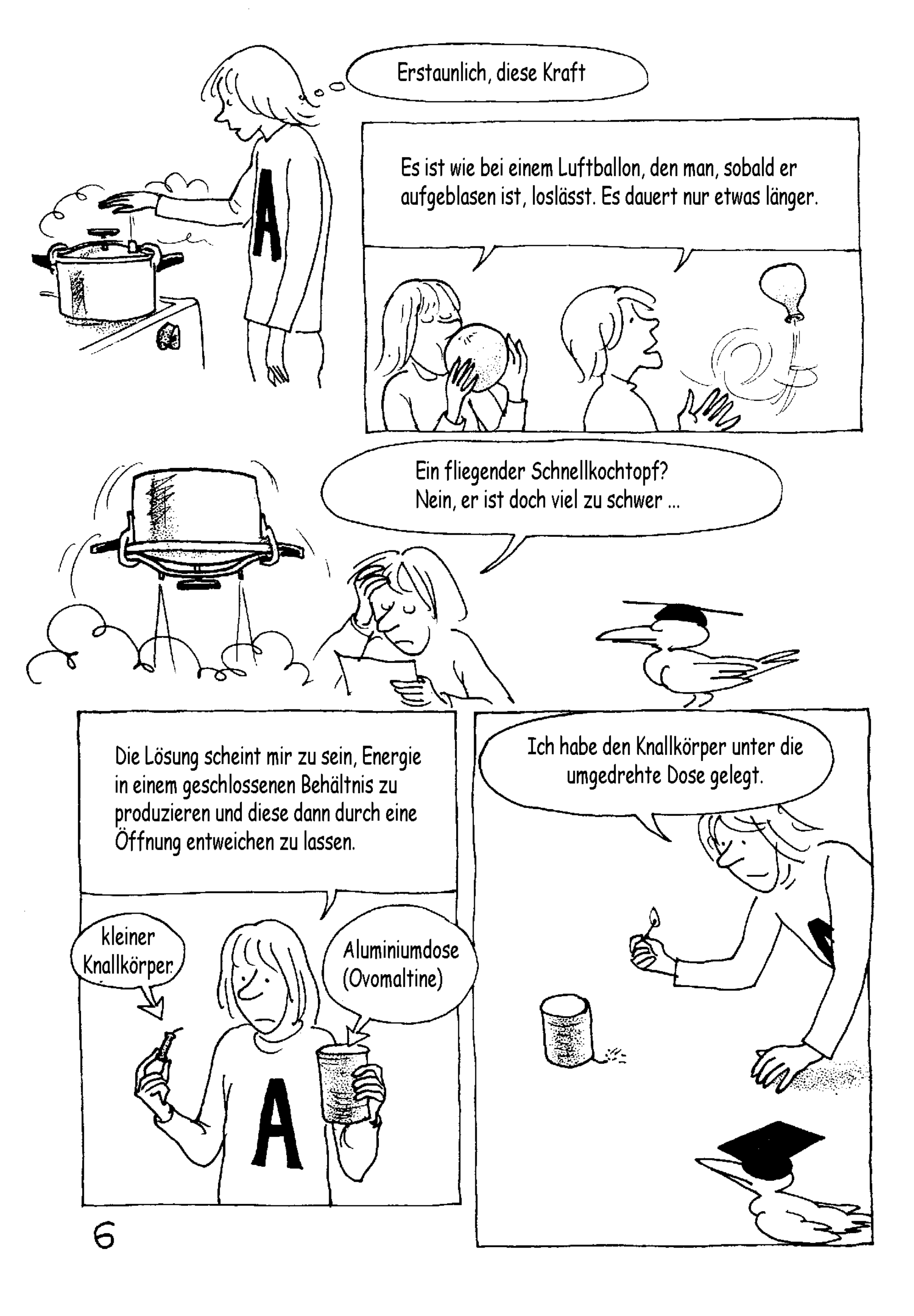
Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

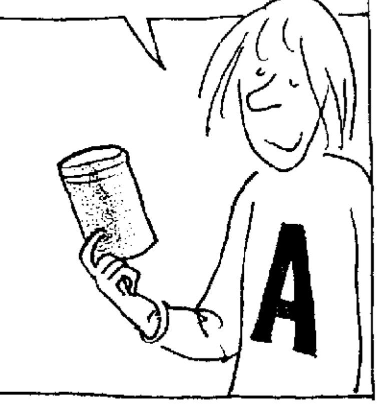
Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

ANTRIEB DURCH REAKTION

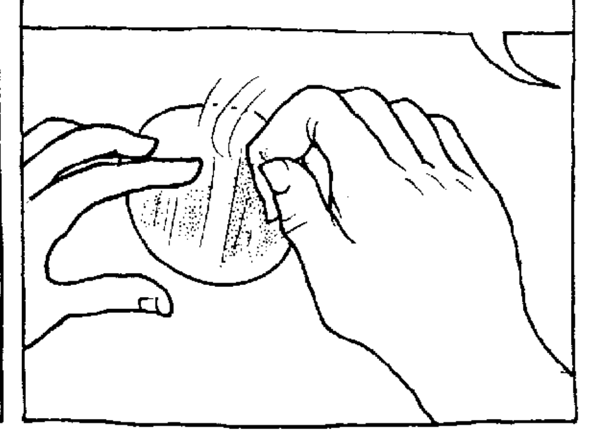


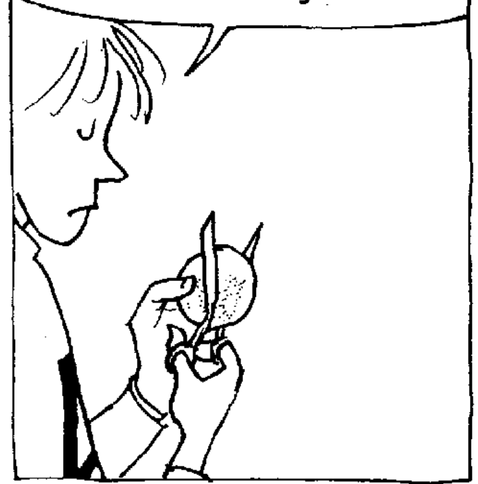

Erstaunlich, diese Kraft
Es ist wie bei einem Luftballon, den man, sobald er aufgeblasen ist, loslässt. Es dauert nur etwas länger.
Ein fliegender Schnellkochtopf? Nein, er ist doch viel zu schwer ...
Die Lösung scheint mir zu sein, Energie in einem geschlossenen Behältnis zu produzieren und diese dann durch eine Öffnung entweichen zu lassen.
kleiner Knallkörper
Aluminiumdose (Ovomaltine)
Ich habe den Knallkörper unter die umgedrehte Dose gelegt.

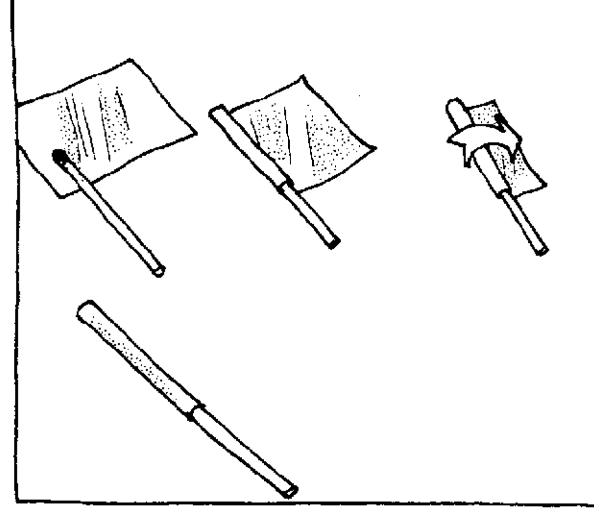

Na so etwas! Sie ist mindestens zwanzig Meter hoch geflogen.

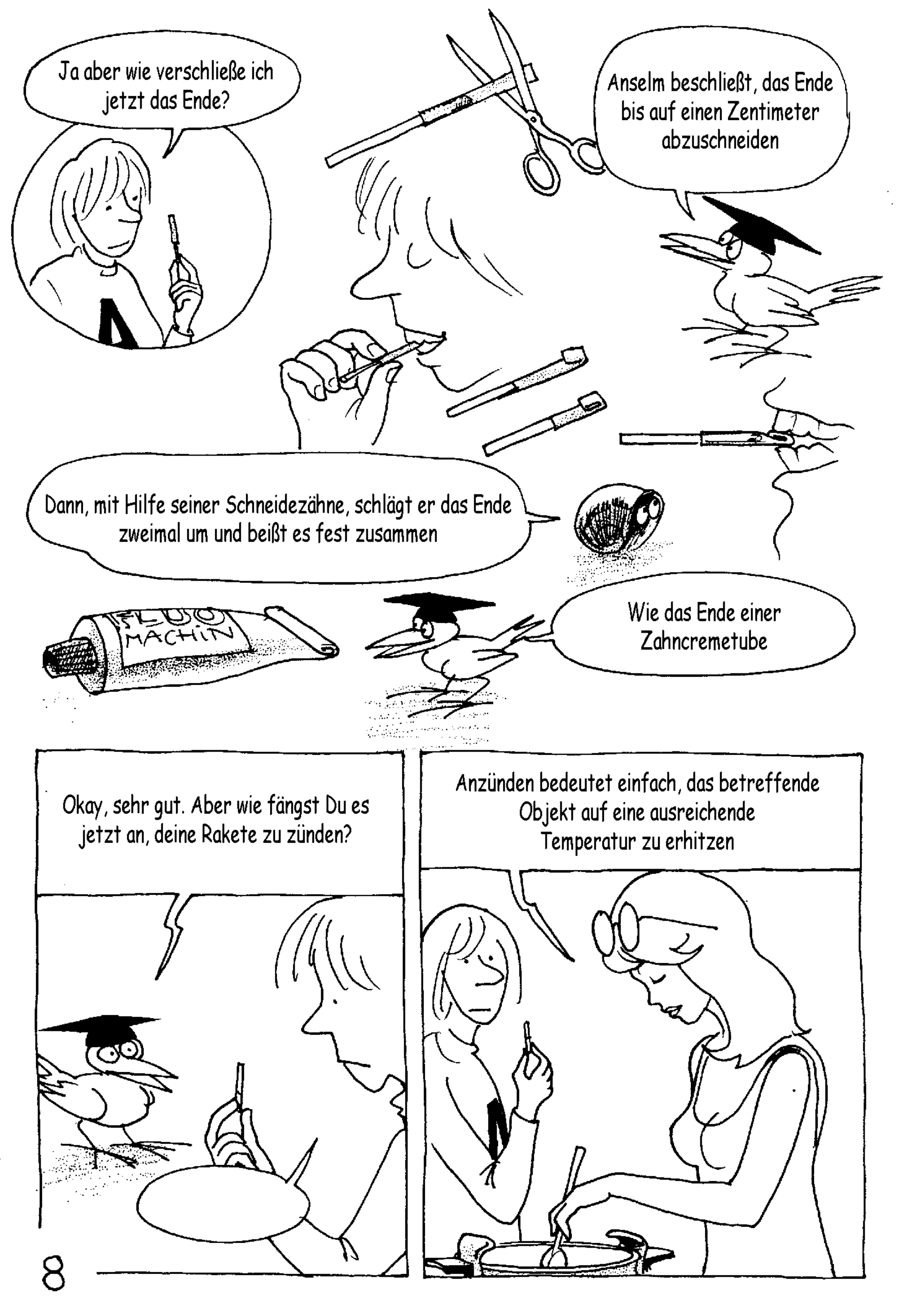

Das Experiment ist gelungn, aber die Reaktion ist schon sehr heftig
A

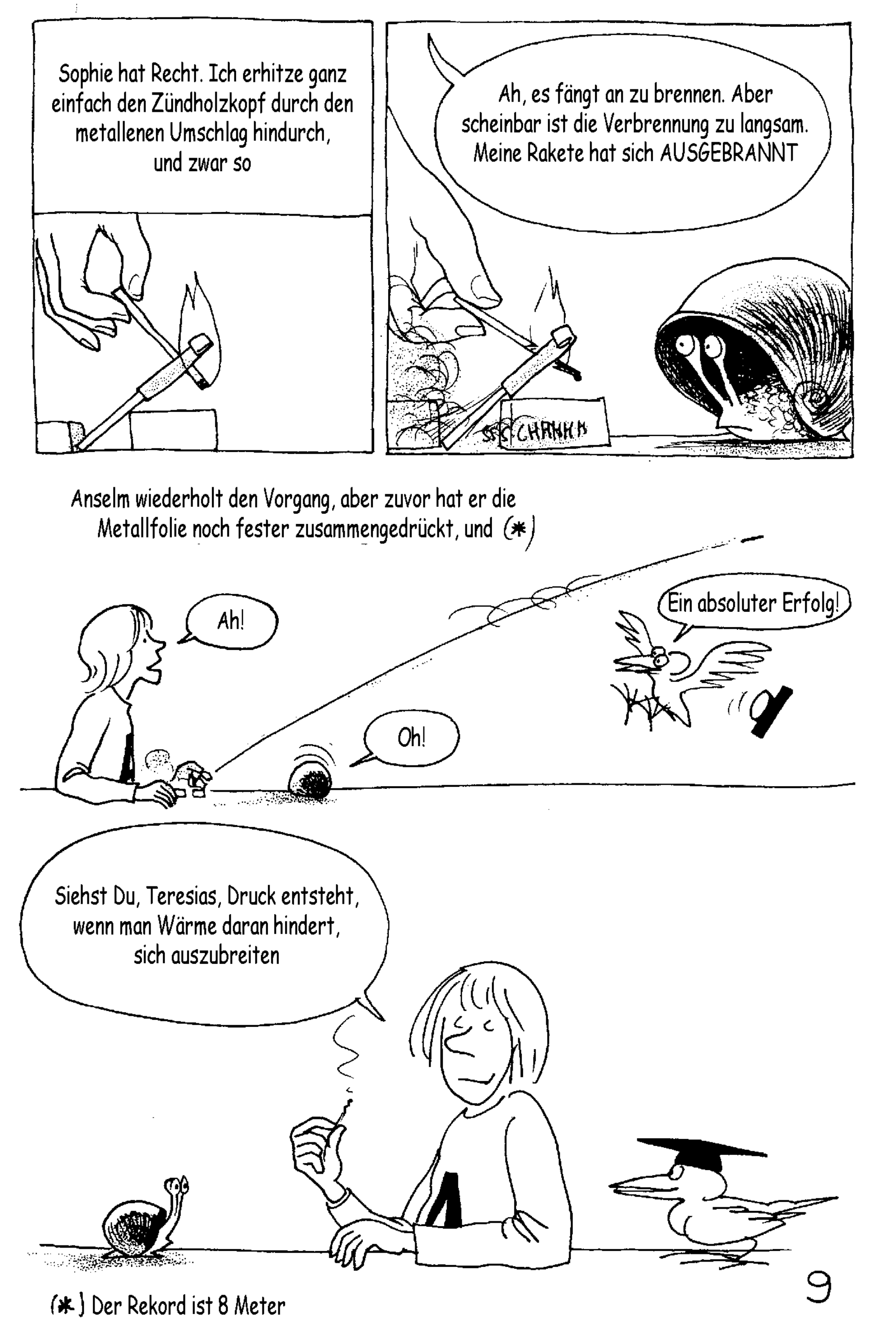

Wäre es nicht auch möglich, die in einem simplen Streichholz enthaltene Energie zu benutzen
Aber worin willst Du es einschliessen?


Ich werde den Metalldeckel eines Jogurthbechers benutzen, den ich zuvor gut mit dem Fingernagel geglättet habe.

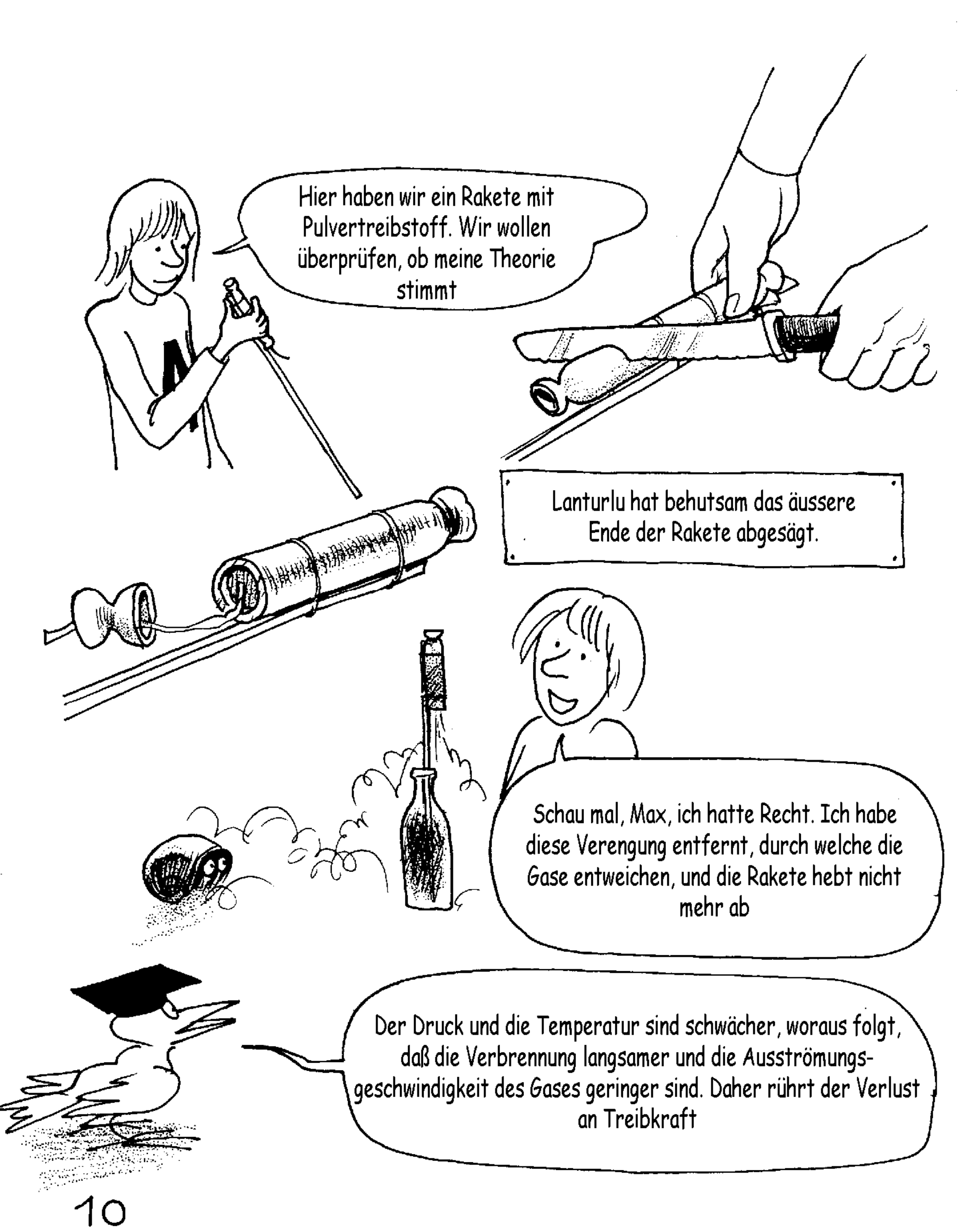

Dann schneide ich ein Rechteck mit den Maßen 2 x 5 cm aus. Es muss schön glatt sein.

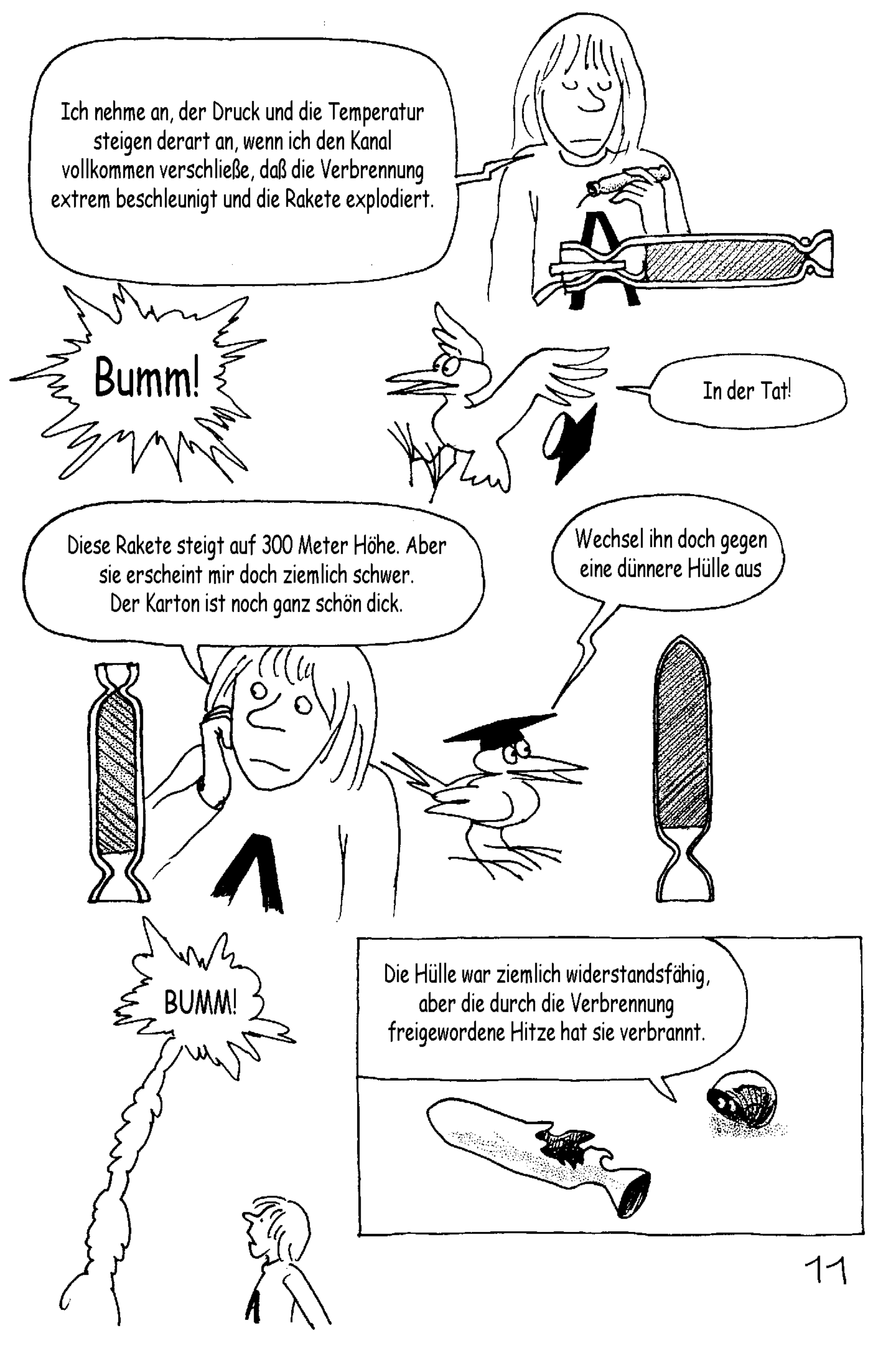

Jetzt rollt Anselm den Streichholzkopf eng in die Metallfolie ein

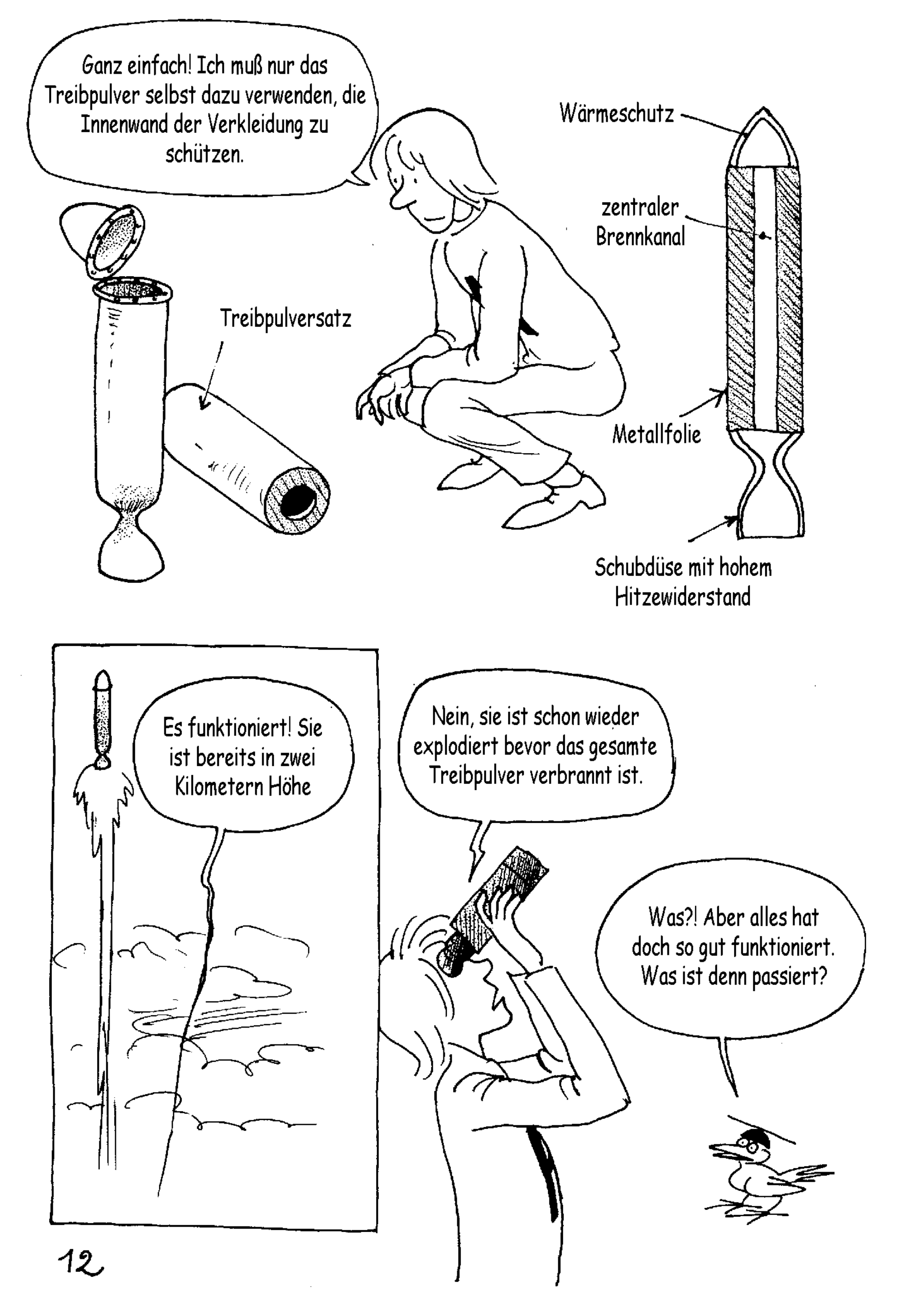

Ja aber wie verschließe ich jetzt das Ende?
Anselm beschließt, das Ende bis auf einen Zentimeter abzuschneiden
Dann, mit Hilfe seiner Schneidezähne, schlägt er das Ende zweimal um und beißt es fest zusammen
FLUO MACHIN
Wie das Ende einer Zahncremetube
Okay, sehr gut. Aber wie fängst Du es jetzt an, deine Rakete zu zünden?
Anzünden bedeutet einfach, das betreffende Objekt auf eine ausreichende Temperatur zu erhitzen

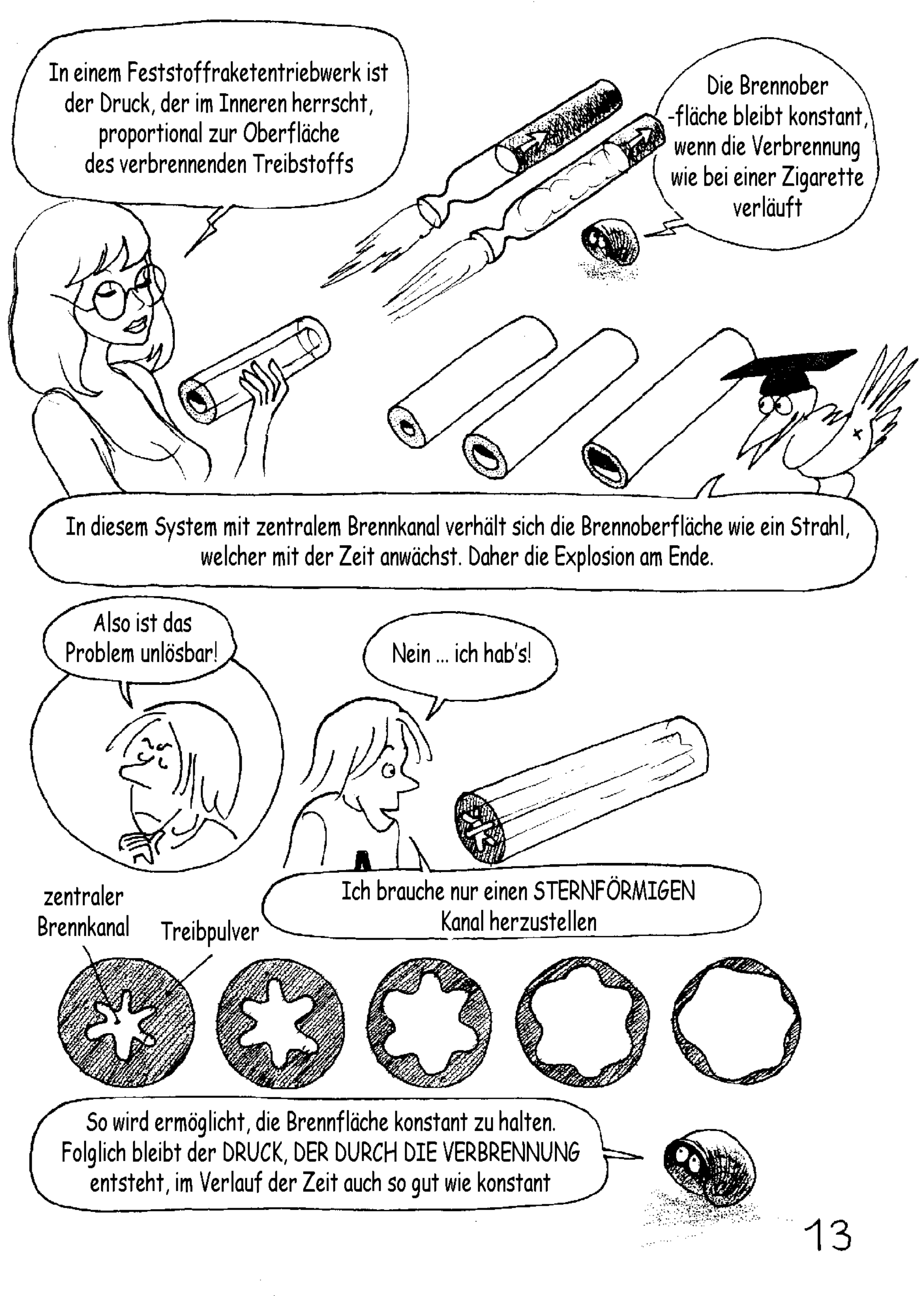

Sophie hat Recht. Ich erhitze ganz einfach den Zündholzkopf durch den metallenen Umschlag hindurch, und zwar so
Ah, es fängt an zu brennen. Aber scheinbar ist die Verbrennung zu langsam. Meine Rakete hat sich AUSGEBRANNT
SSCHHHH
Anselm wiederholt den Vorgang, aber zuvor hat er die Metallfolie noch fester zusammengedrückt, und (*)
Ah!
Ein absoluter Erfolg!
Oh!
Siehst Du, Teresias, Druck entsteht, wenn man Wärme daran hindert, sich auszubreiten
(*) Der Rekord ist 8 Meter

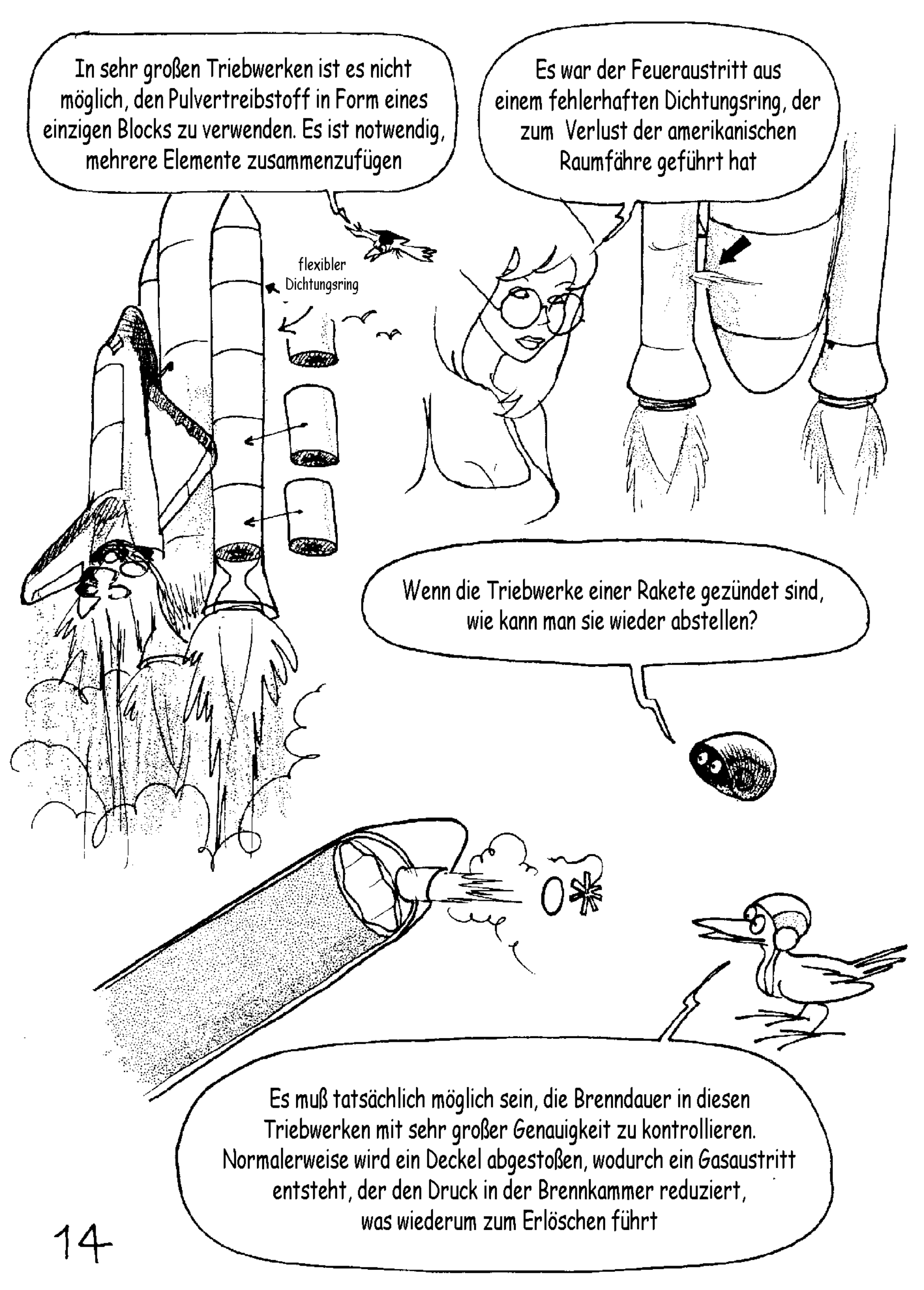
RAKETEN MIT PULVERTREIBSTOFF




Ich nehme an, der Druck und die Temperatur steigen derart an, wenn ich den Kanal vollkommen verschließe, daß die Verbrennung extrem beschleunigt und die Rakete explodiert.
Bumm!
In der Tat!
Diese Rakete steigt auf 300 Meter Höhe. Aber sie erscheint mir doch ziemlich schwer. Der Karton ist noch ganz schön dick.
Wechsel ihn doch gegen eine dünnere Hülle aus
BUMM!
Die Hülle war ziemlich widerstandsfähig, aber die durch die Verbrennung freigewordene Hitze hat sie verbrannt.


Ganz einfach! Ich muß nur das Treibpulver selbst dazu verwenden, die Innenwand der Verkleidung zu schützen.
Treibpulversatz
Wärmeschutz
zentraler Brennkanal
Metallfolie
Schubdüse mit hohem Hitzewiderstand
Es funktioniert! Sie ist bereits in zwei Kilometern Höhe
Nein, sie ist schon wieder explodiert bevor das gesamte Treibpulver verbrannt ist.
Was?! Aber alles hat doch so gut funktioniert. Was ist denn passiert?


In einem Feststoffraketentriebwerk ist der Druck, der im Inneren herrscht, proportional zur Oberfläche des verbrennenden Treibstoffs
Die Brennober -fläche bleibt konstant, wenn die Verbrennung wie bei einer Zigarette verläuft
In diesem System mit zentralem Brennkanal verhält sich die Brennoberfläche wie ein Strahl, welcher mit der Zeit anwächst. Daher die Explosion am Ende.
Also ist das Problem unlösbar!
Nein ... ich hab's!
Ich brauche nur einen STERNFÖRMIGEN Kanal herzustellen
zentraler Brennkanal
Treibpulver
So wird ermöglicht, die Brennfläche konstant zu halten. Folglich bleibt der DRUCK, DER DURCH DIE VERBRENNUNG entsteht, im Verlauf der Zeit auch so gut wie konstant


In sehr großen Triebwerken ist es nicht möglich, den Pulvertreibstoff in Form eines einzigen Blocks zu verwenden. Es ist notwendig, mehrere Elemente zusammenzufügen
flexibler Dichtungsring
Es war der Feueraustritt aus einem fehlerhaften Dichtungsring, der zum Verlust der amerikanischen Raumfähre geführt hat
Wenn die Triebwerke einer Rakete gezündet sind, wie kann man sie wieder abstellen?
Es muß tatsächlich möglich sein, die Brenndauer in diesen Triebwerken mit sehr großer Genauigkeit zu kontrollieren. Normalerweise wird ein Deckel abgestoßen, wodurch ein Gasaustritt entsteht, der den Druck in der Brennkammer reduziert, was wiederum zum Erlöschen führt

FLÜSSIGTREIBSTOFF-RAKETEN

Tank

Pumpe

Brennkammer

Schubdüse

Durch Verwendung eines flüssigen TREIBSTOFFS könnte man diese Probleme beseitigen. Man müsste ihn einfach nur in die BRENNKAMMER pumpen, die allerdings gegen die extreme Hitze geschützt sein muß.

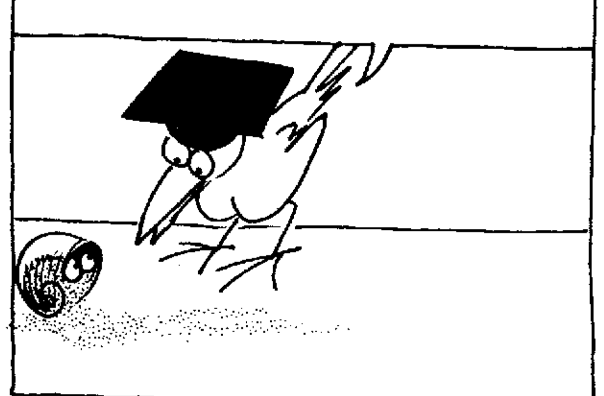
Aber wie diesen BRENNSTOFF verbrennen? Während des Aufstiegs wird die Luft immer dünner und im LUFTLEEREN WELTRAUM gibt es dann gar keine mehr

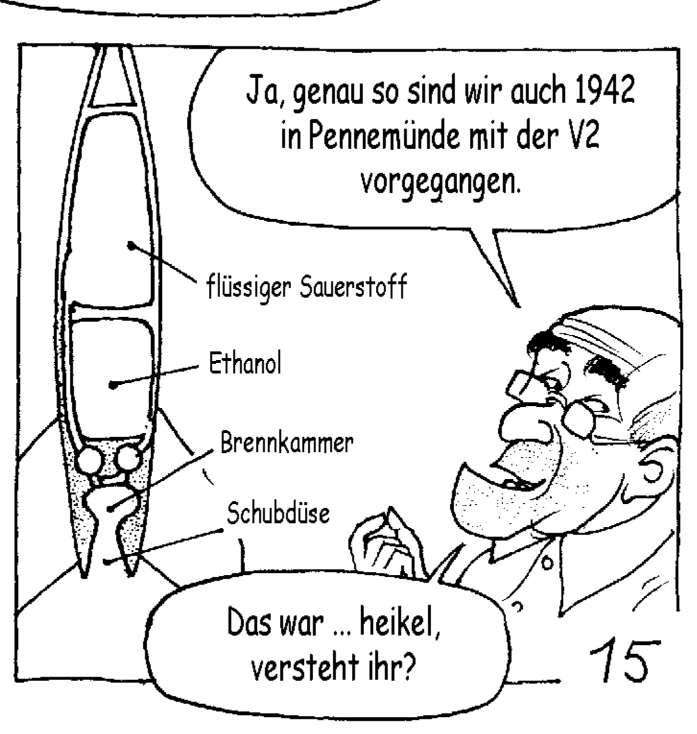
Nimm Dir die Luft doch einfach mit!

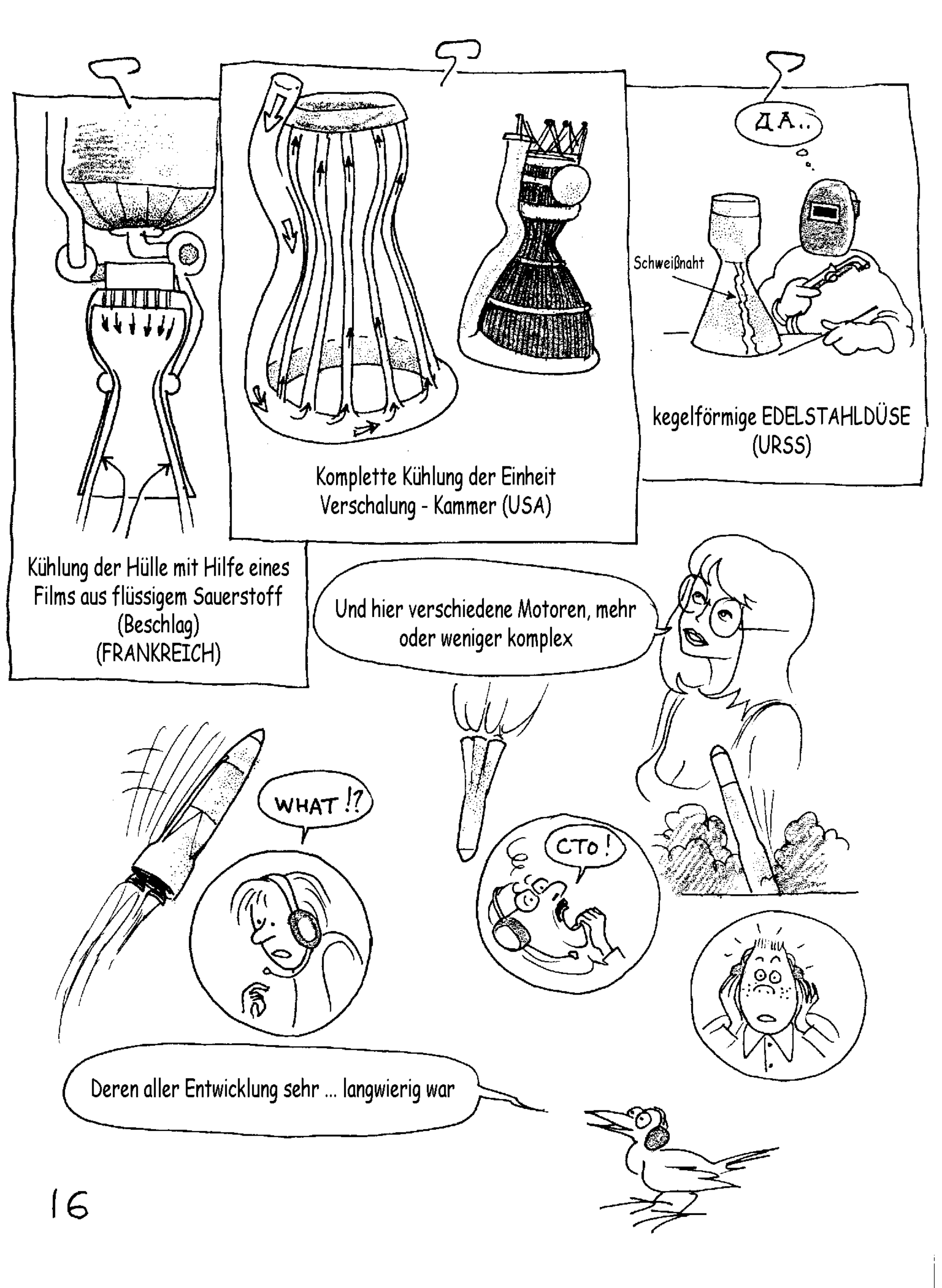


Wie meinst Du das?

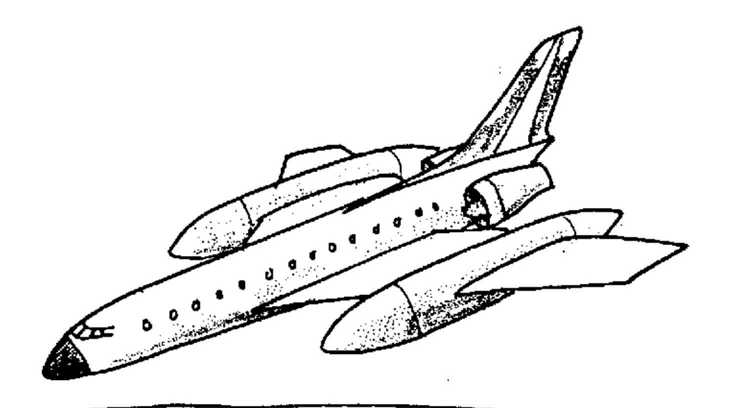
Von der Luft behälst du nur den Sauerstoff, den du bei - 193°C in flüssigen Zustand bringst. Auf diese Weise nimmst Du auch gleich dein KÜHLMITTEL mit.






ДА..
Schweißnaht
kegelförmige EDELSTAHLDÜSE
(URSS)
Komplette Kühlung der Einheit
Verschalung - Kammer (USA)
Kühlung der Hülle mit Hilfe eines
Films aus flüssigem Sauerstoff
(Beschlag)
(FRANKREICH)
Und hier verschiedene Motoren, mehr oder weniger komplex
WHAT !?
СТо !
Deren aller Entwicklung sehr ... langwierig war


Das Allerbeste ist die Mischung Wasserstoff - Sauerstoff. Sie erzielt die beste Leistung.
Ja richtig, aber Wasserstoff geht nur bei - 270 °C in den flüssigen Zustand über. Es ist nicht einfach, eine so kalte Flüssigkeit zu pumpen.
Findet ihr das nicht ein bißchen umweltschädlich, alle diese Raketen, die beim Start diese enormen Rauchfahnen hinterlassen
Ja aber wenn es sich um eine Mischung Sauerstoff - Wasserstoff handelt, weißt du was das ergibt?
Logischerweise ... laß mal überlegen ... das müsste ergeben ... Wasserstoffoxid
Anders gesagt H_2O, WASSER
?!?

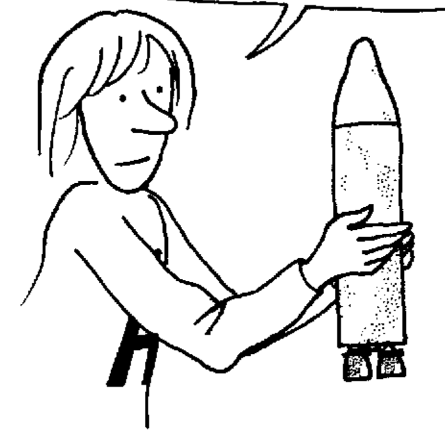




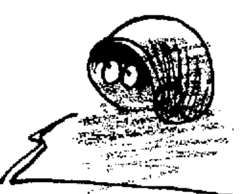
Durch den umweltfreundlichen Charakter ihrer Verbrennung wird die Mischung Wasserstoff - Sauerstoff vielleicht in der Zukunft zum idealen Treibstoff ...für Flugzeuge.

Die Treibpulverraketen haben den Vorteil, daß sie einfach zu lagern und zu zünden sind. Sie sind absolut unkompliziert.

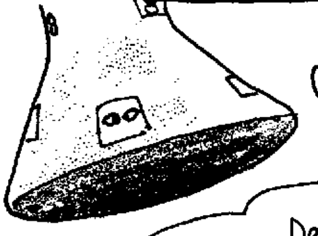
Aus diesem Grund werden sie vom Militär bevorzugt. Jedoch werden sie aus Vorsicht erst AUSSERHALB der atomar betriebenen U-Boote gezündet.

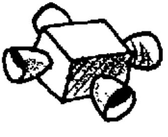






Allerdings sind die Flüssigtreibstoffraketen die einzigen, die man beliebig oft zünden und wieder löschen kann. Wohingegen bei den Pulverraketen, wenn sie einmal gezündet sind, nichts mehr zu machen ist.

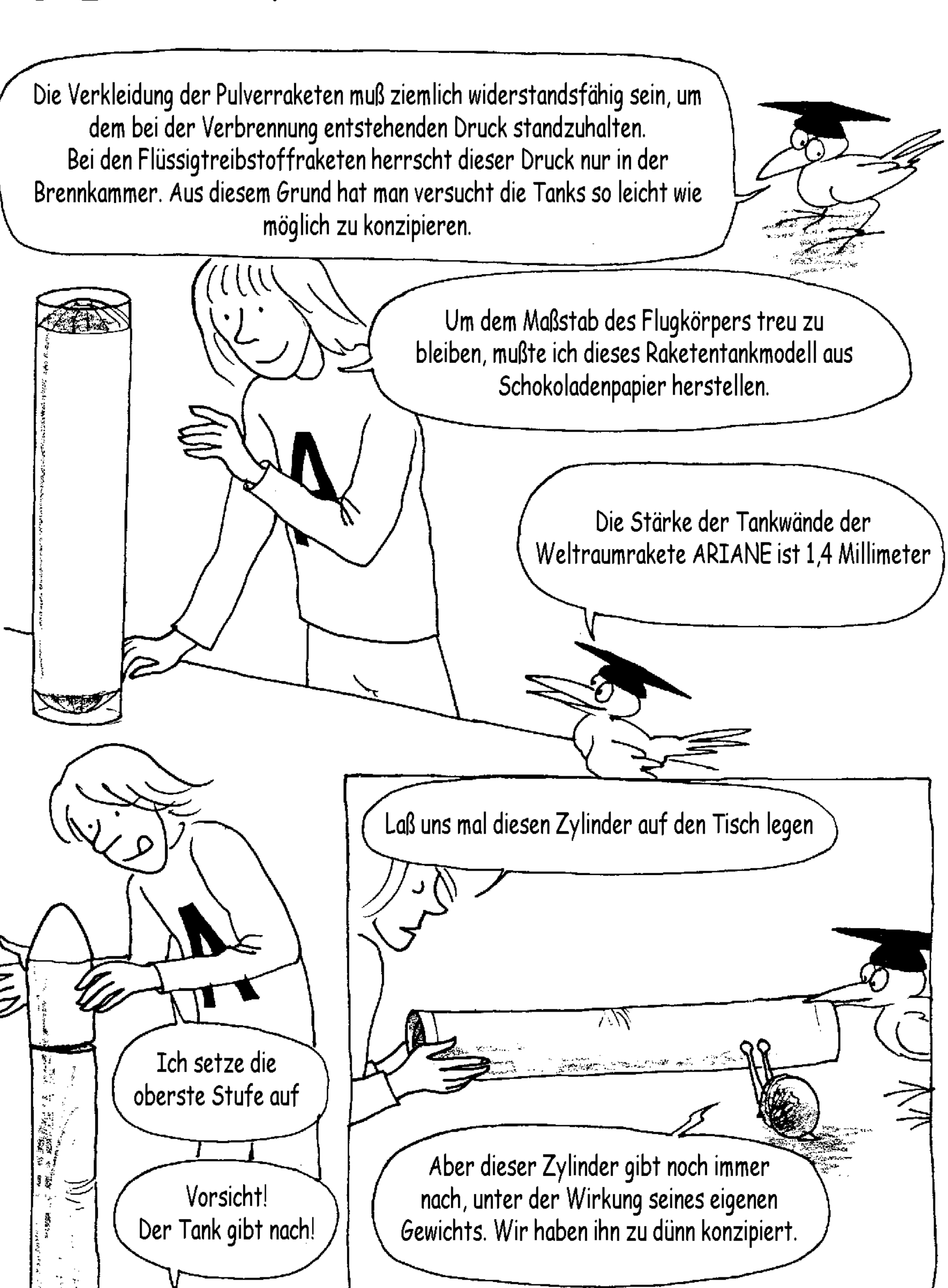




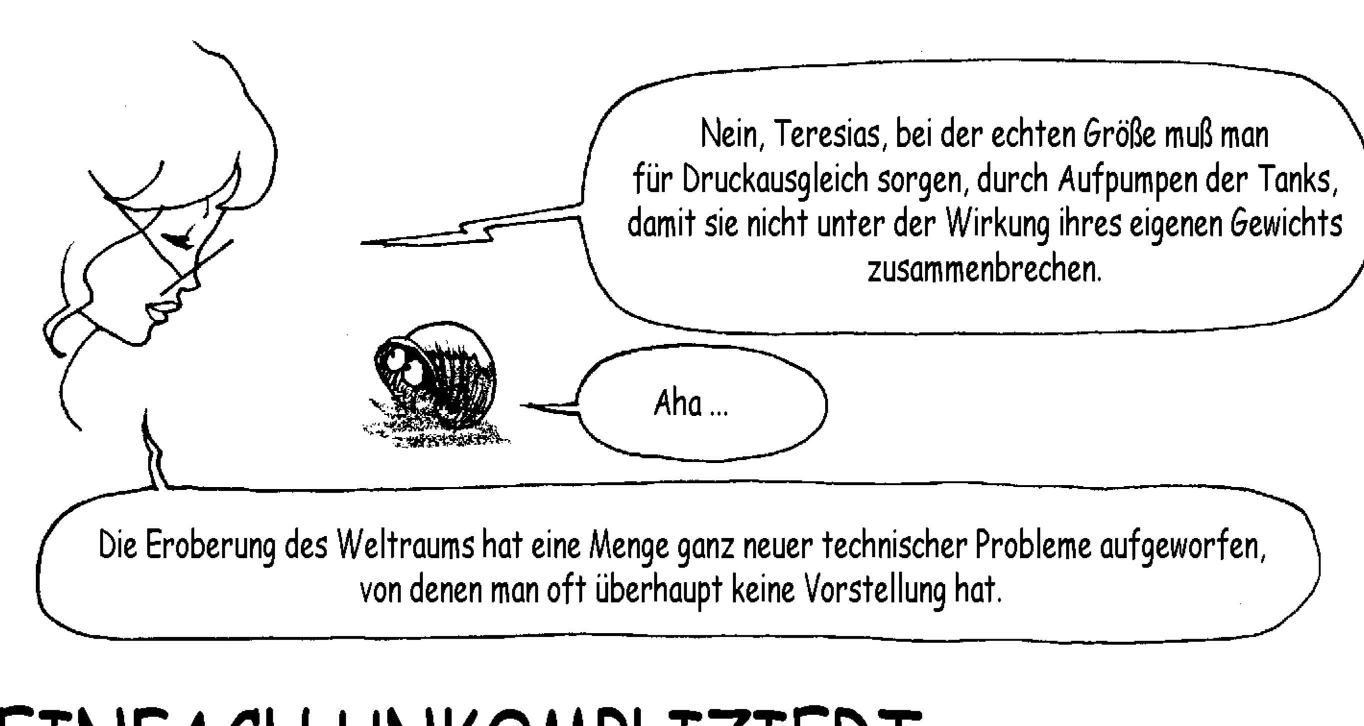


Deshalb gibt es eine ganze Reihe von Steuerungsraketen, zur Kontrolle des Flugverhaltens der Apparate.

DER AUFBAU



Die Verkleidung der Pulverraketen muß ziemlich widerstandsfähig sein, um dem bei der Verbrennung entstehenden Druck standzuhalten. Bei den Flüssigtreibstoffraketen herrscht dieser Druck nur in der Brennkammer. Aus diesem Grund hat man versucht die Tanks so leicht wie möglich zu konzipieren.
Um dem Maßstab des Flugkörpers treu zu bleiben, mußte ich dieses Raketentankmodell aus Schokoladenpapier herstellen.
Die Stärke der Tankwände der Weltraumrakete ARIANE ist 1,4 Millimeter
Ich setze die oberste Stufe auf
Vorsicht! Der Tank gibt nach!
Laß uns mal diesen Zylinder auf den Tisch legen
Aber dieser Zylinder gibt noch immer nach, unter der Wirkung seines eigenen Gewichts. Wir haben ihn zu dünn konzipiert.

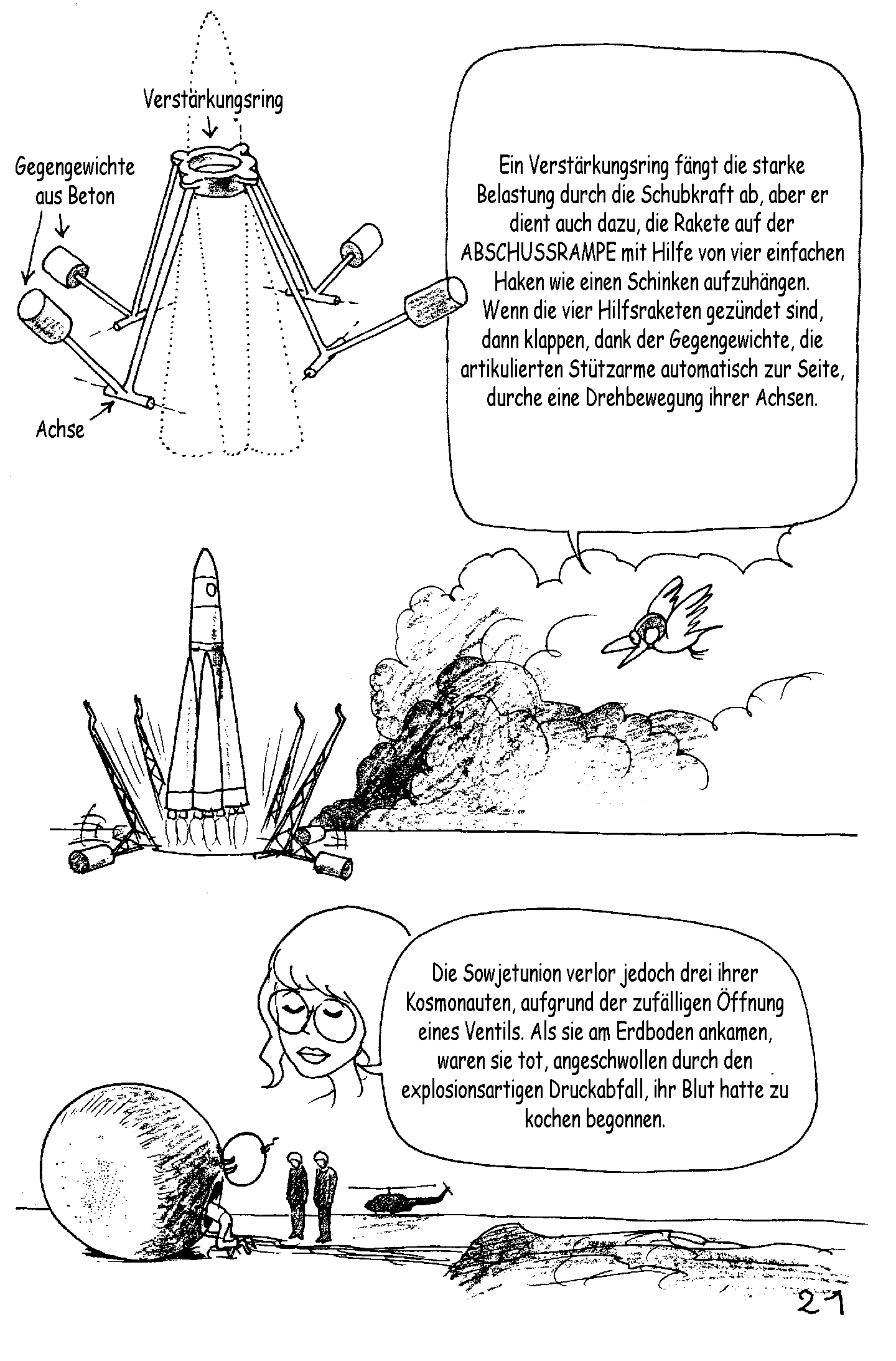


EINFACH UNKOMPLIZIERT ...

Der erste Preis für Einfachheit geht unbestritten an SEMIORKA, die Rakete für jeden Gebrauch, erfunden von dem Sowjetbürger KOROLJOW.

Verstärkungsring

Erstens verleiht die Anordnung der vier Hilfsraketen, auch BOOSTER genannt, ihr eine extrem kompakte Erscheinung, die für eine hervorragende Widerstandsfähigkeit gegenüber den Vibrationen und Seitenwinden in der kritischen Phase des Starts sorgt.


Verstärkungsring
Gegengewichte aus Beton
Achse
Ein Verstärkungsring fängt die starke Belastung durch die Schubkraft ab, aber er dient auch dazu, die Rakete auf der ABSCHUSSRAMPE mit Hilfe von vier einfachen Haken wie einen Schinken aufzuhängen. Wenn die vier Hilfsraketen gezündet sind, dann klappen, dank der Gegengewichte, die artikulierten Stützarme automatisch zur Seite, durche eine Drehbewegung ihrer Achsen.
Die Sowjetunion verlor jedoch drei ihrer Kosmonauten, aufgrund der zufälligen Öffnung eines Ventils. Als sie am Erdboden ankamen, waren sie tot, angeschwollen durch den explosionsartigen Druckabfall, ihr Blut hatte zu kochen begonnen.

... ODER KOMPLEXE KONZEPTION

Die Amerikaner hingegen entwickeln vermehrt Steuerungs- und Kontrollsysteme. So steht die amerikanische Raumfähre unter der Kontrolle von vier Computern. Drei dieser Computer funktionieren nach dem selben System, und der vierte, von anderer Art, ist dazu da, um mögliche Irrtümer der drei anderen festzustellen.
Eines Tages jedoch, hat der Computer Nummer vier den gesamten Starvorgang blockiert ...

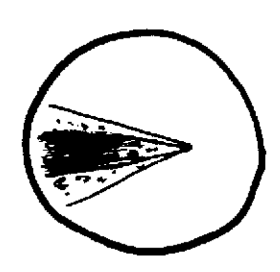


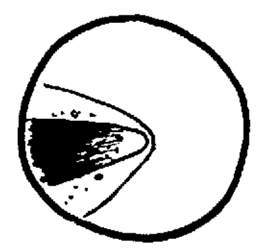
(*) In der Psychologie spricht man vom "Déjà-vu-Erlebnis" oder Erinnerungstäuschung

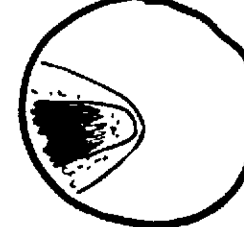
RÜCKKEHR IN DIE ATMOSPHÄRE

Alle diese Flugkörper erlauben, die Erdatmosphäre zu verlassen. Will man jedoch wieder etwas von dem bergen, was man dort hoch schickt, muß in Betracht gezogen werden, wie dieses Objekt mit 28 000 Km/h in die Atmosphäre zurückkehren kann.



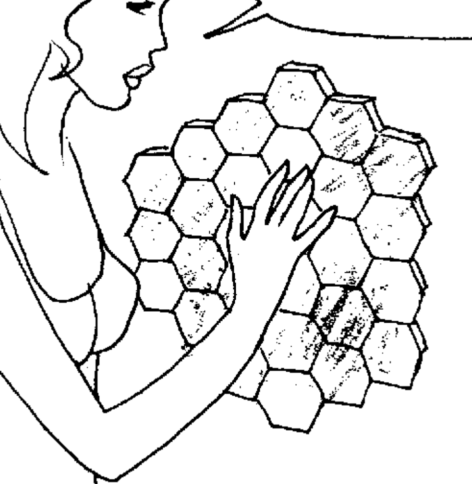






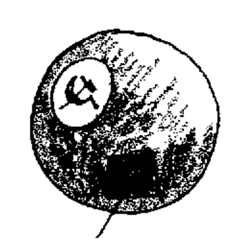


Die hohe Wiedereintrittsgeschwindigkeit verursacht Reibung und Erhitzen. Ein spitzes Objekt hielte dem niemals stand.





Es ist auch möglich, einen runden Körper für die Rückkehr zu verwenden

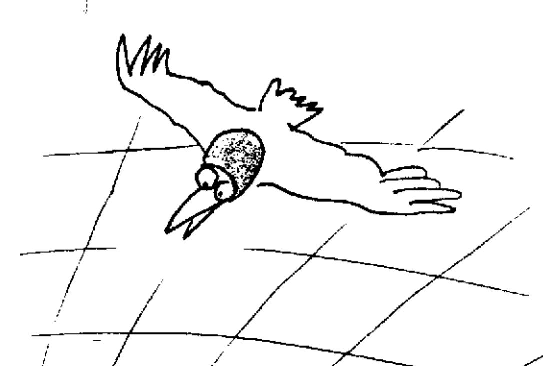




(*) Wenn eine Materie direkt vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht, spricht man von SUBLIMATION

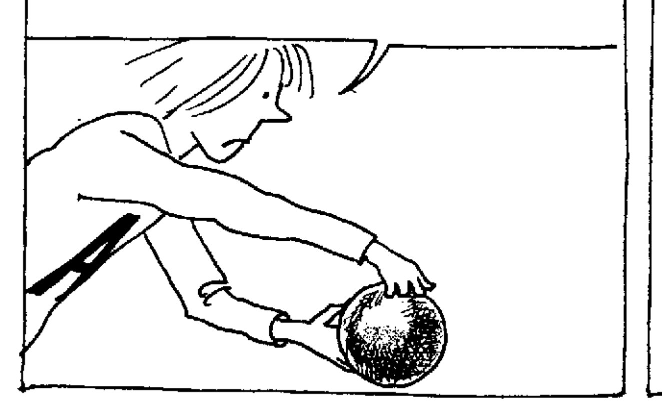

Die Flugkörper müssen ihre Position während der Eintrittsphase halten. Es wäre eine Katastrophe, wenn sie sich umdrehten.
Bei der sowjetischen Lösung der Kugelform gibt es kein Stabilitätsproblem.
Diese Art Körper (Kapsel Mercury, Gemini, Appolo) ist auch ganz angemessen, unter der Bedingung, den Schwerpunkt ziemlich weit unten anzulegen.
Fallschirm
Ausrüstung
Hitzeschild
Bremsraketen
Die winzige Weltraumkapsel MERCURY
Gut, aber ich sehe nicht, wie die Raketen in der Luft gehalten und am Absturz auf die Erde gehindert werden können, wenn ihr Treibstoff erst einmal verbraucht ist.
Ich werde eine Runde Bowling spielen. Das wird Klarheit in meine Überlegungen bringen.

EINTRITT IN DIE UMLAUFBAHN

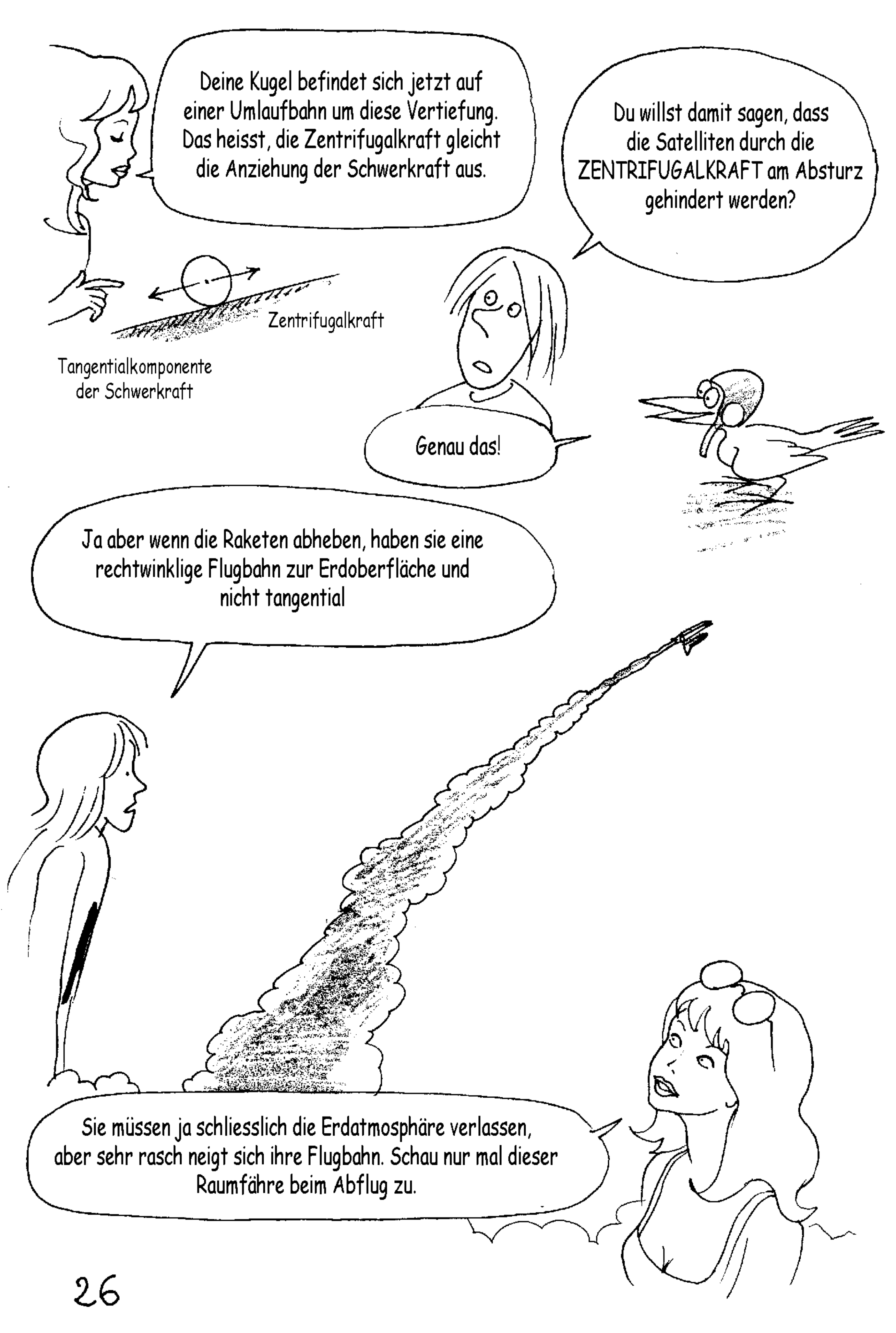


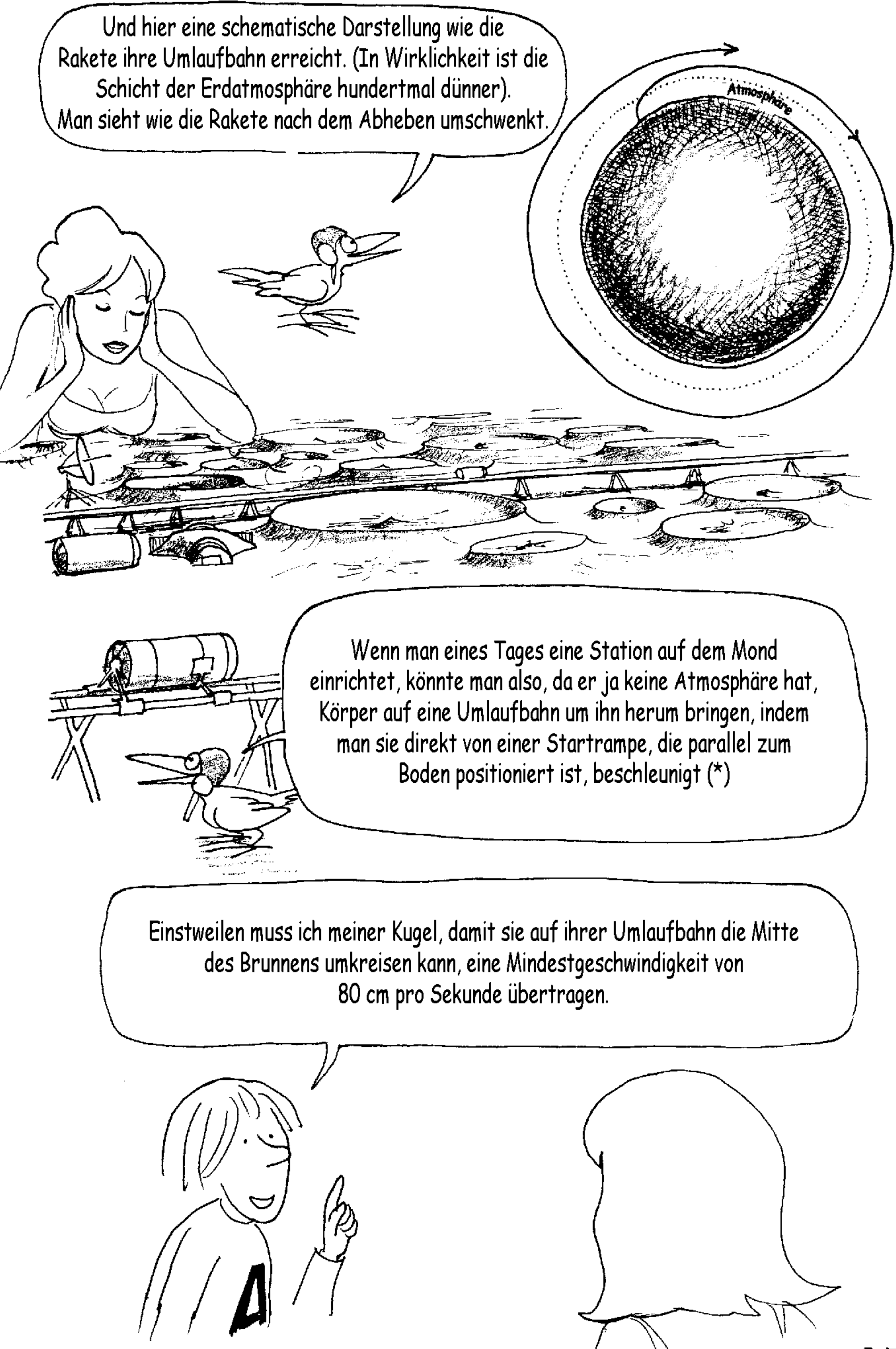
Schau mal, das ist ja witzig, der komische Brunnen auf dem Rathausplatz ist nicht in Betrieb. Es ist sicher seltsam, auf einer gewölbten Fläche Bowling zu spielen

So wie diese Oberfläche geformt ist, werde ich versuchen, es so zu machen, dass meine Kugel wieder zu ihrem Ausgangspunkt zurückkommt



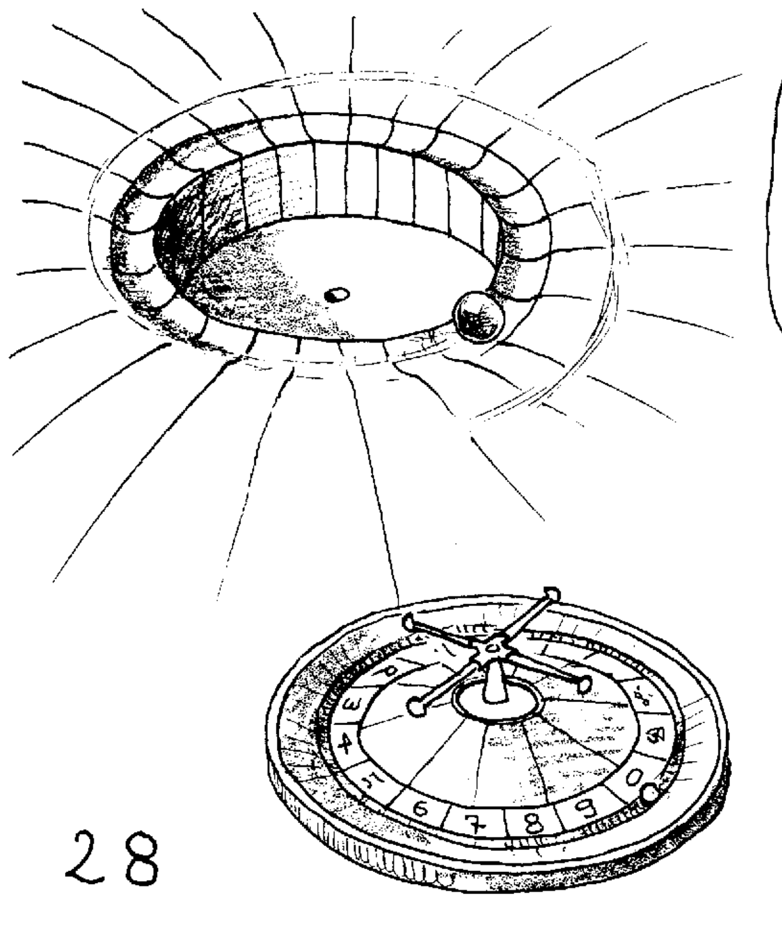



Deine Kugel befindet sich jetzt auf einer Umlaufbahn um diese Vertiefung. Das heisst, die Zentrifugalkraft gleicht die Anziehung der Schwerkraft aus.
Zentrifugalkraft
Tangentialkomponente der Schwerkraft
Du willst damit sagen, dass die Satelliten durch die ZENTRIFUGALKRAFT am Absturz gehindert werden?
Genau das!
Ja aber wenn die Raketen abheben, haben sie eine rechtwinklige Flugbahn zur Erdoberfläche und nicht tangential
Sie müssen ja schliesslich die Erdatmosphäre verlassen, aber sehr rasch neigt sich ihre Flugbahn. Schau nur mal dieser Raumfähre beim Abflug zu.

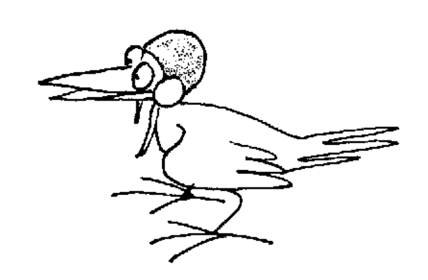


(*) Fluchtgeschwindigkeit ab dem Mond: 2,36 km/s

Dieser Wert entspricht der UMKREISUNGSGESCHWINDIGKEIT, oder ERSTE KOSMISCHE GESCHWINDIGKEIT, die einfach nur zehntausendmal höher ist, was bedeutet, dass sie einen Wert von 7,8 km pro Sekunde hat.



Ist die Geschwindigkeit niedriger, fällt die Kugel in die Rinne, gleich dem Kügelchen des Roulettespiels, und gebremst durch die Unebenheiten der Oberfläche, bleibt sie stehen.



Genauso verhält es sich, wenn ein Satellit, durch einen Funktionsfehler in der letzten Etage seiner Trägerrakete, nicht die Minimalgeschwindigkeit von 7,8 km/s erreicht. Er taucht dann unweigerlich in die niedrigen Schichten der Erdatmosphäre ein, die ihn dann sehr schnell bremsen.

Auf jeden Fall enden die Kugeln, die nahe der Brunnenmitte kreisen, spiralförmigen Bahnen folgend immer in der Rinne. Dieses Verhalten liegt in der Bremswirkung begründet.

Die LEBENSDAUER der Satelliten hängt von diesem Verhalten ab.

Vor zwanzig Jahren hatte man die Bremswirkung noch unterschätzt, indem man mit einem STANDARDZUSTAND der hohen atmosphärischen Schichten gerechnet hat.

Aus diesem Grund kam es zum Verlust des amerikanischen Raumlabors SKYLAB (*)

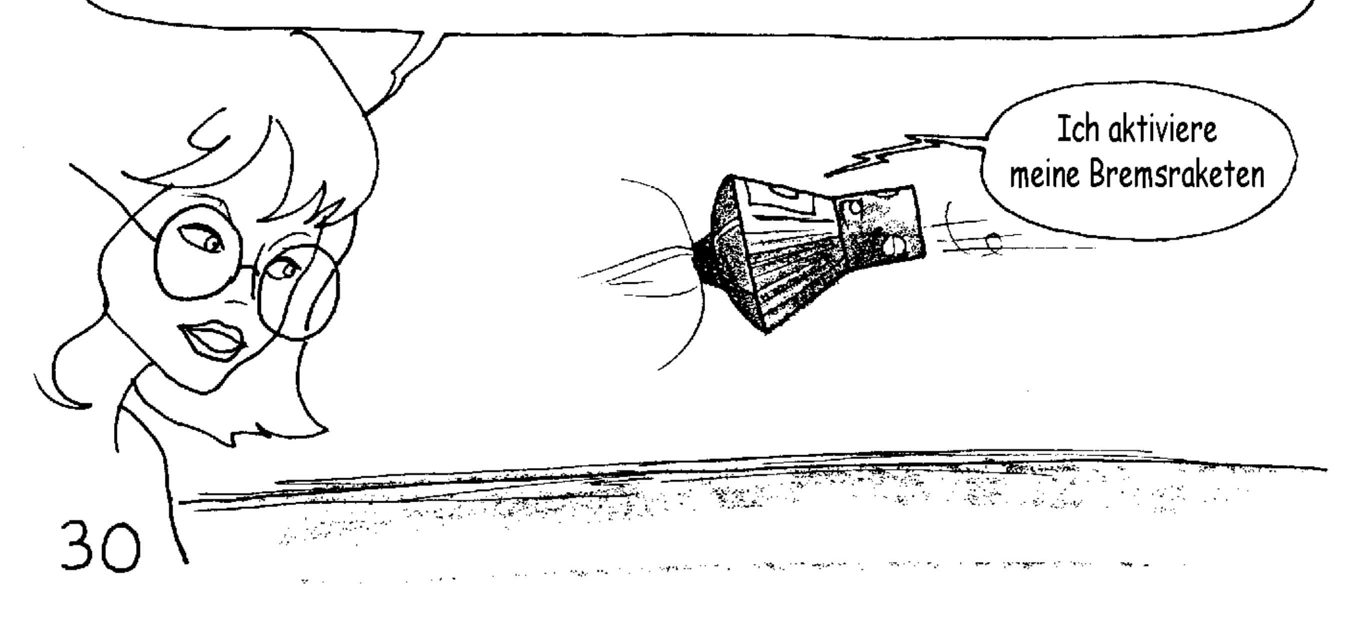
(*) 1973 auf seine Umlaufbahn in 435 km Höhe gebracht, ist die Raumstation SKYLAB am 11. Juli 1979 auf die Erde zurück gestürzt

Die hohen atmosphärischen Schichten sind keineswegs statisch. Man könnte sie mit einer Masse aus Dampf vergleichen, deren senkrechte Ausdehnung von der Sonnenaktivität abhängt.. Wenn eine Sonneneruption stattfindet, dann beginnen diese Schichten zu "kochen" ...

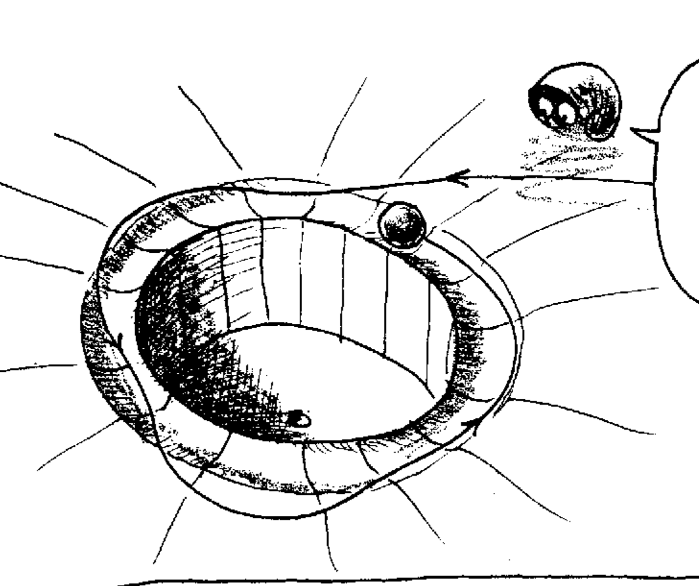
Sonnenflecken, Zeichen einer intensiven Eruptionsaktivität

... unter Wirkung des Einschlages der unzähligen, sehr energiereichen Teilchen, welche die Sonne ausstrahlt. Und die Bremsung des Satelliten in diesen hohen Schichten wird dadurch bedeutend erhöht.

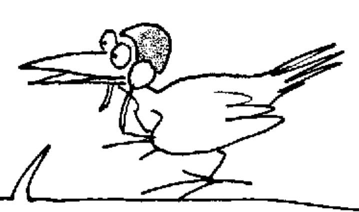
Die Erdatmosphäre erlaubt eine Rückkehr auf die Erde ohne Energieverbrauch (sonst müsste man, um das Objekt intakt zum Boden zurückzuholen, genauso viel Energie verbrauchen, wie notewendig war, um es auf seine Umlaufbahn zu bringen).
Aber dieser Wiedereintritt muss in einem ganz bestimmten Winkel stattfinden.



DER EINTRITTSWINKEL



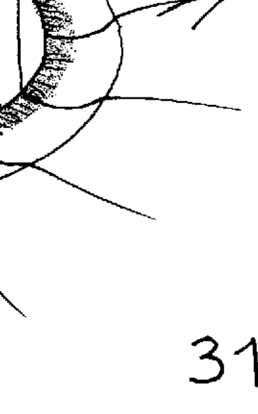
Bei zu flachem Eintrittswinkel wird die Kugel in der Rinne schwingen. Die Bremswirkung ist dann ungenügend und sie wird mehrere Runden drehen bevor si anhält.



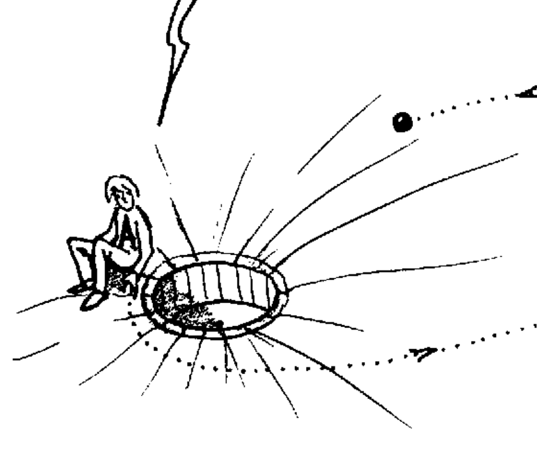
Das bedeutet, das Raumschiff würde an den oberen Schichten der Atmosphäre abprallen, wie ein Kieselstein. Die Bremswirkung wäre schwach, aber im Laufe mehrerer Erdumkreisungen würde das Raumschiff zu viel Wärme ansammeln und würde infolgedessen zum Erhitzen neigen.

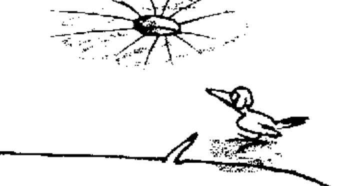


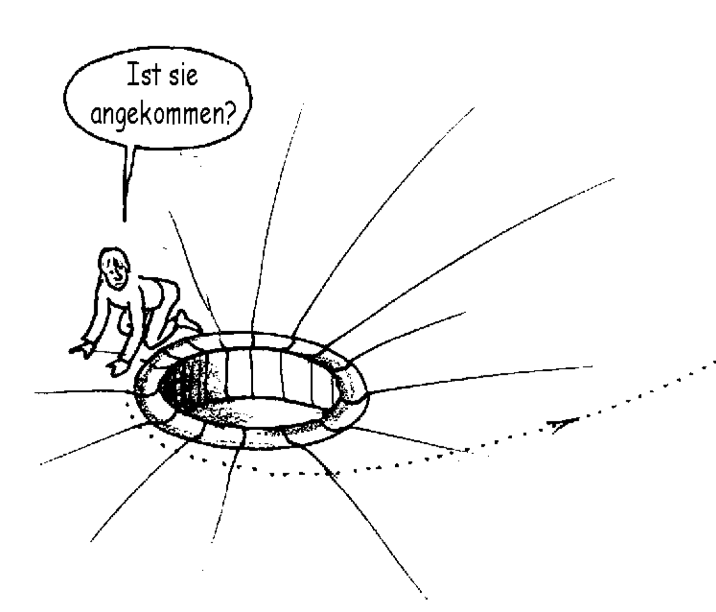
Im Gegensatz dazu, fällt die Kugel in den Brunnenschacht, wenn der Winkel zu steil ist.



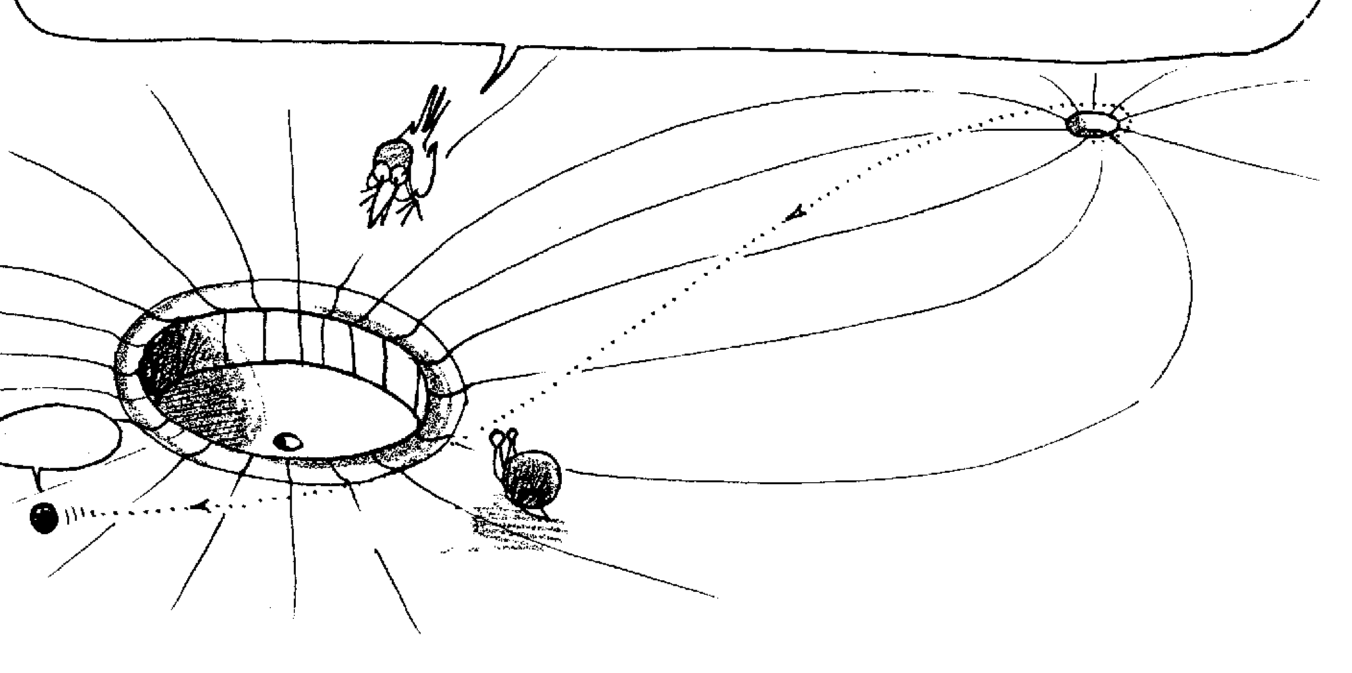

Soll heissen: Die Rückkehr wäre zu brutal, begleitet von einer derartigen Verzögerung, dass sie die Zerstörung des Raumschiffs zur Folge haben kann.


Wenn ich meiner Kugel eine höhere Geschwindigkeit als 80 cm/s übertrage, dann kann sie, ellipsenförmigen Bahnen folgend, immer weitere Entfernungen erreichen.


Wenn Du sie noch ein wenig beschleunigst, wirst du deine Kugel bis in diesen zweiten leeren Brunnen befördern können, der keine Rinne besitzt und dessen Schacht kleiner und mit sanfter abfallenden Wänden ist.

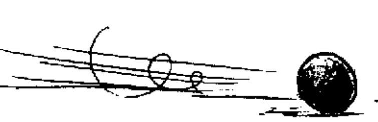

Ist sie angekommen?
Perfekt! Du hast gerade deinen MONDFLUG vollbracht

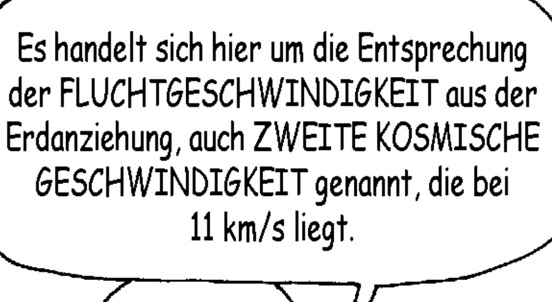
Es ist die Rückkehr, die besonders heikel ist, da das Raumschiff sich mit einer Geschwindigkeit von 11 km/s der Erde nähert, anstelle der 7,8. Beim kleinsten Fehler werden entweder die Astronauten plattgedrückt wie Pfannkuchen, oder das Eintrittsmodul prallt an der Atmosphäre ab und verliert sich für immer im Kosmos.



FLUCHTGESCHWINDIGKEIT



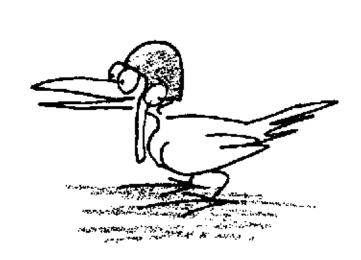




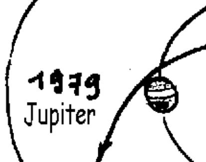
Es handelt sich hier um die Entsprechung der FLUCHTGESCHWINDIGKEIT aus der Erdanziehung, auch ZWEITE KOSMISCHE GESCHWINDIGKEIT genannt, die bei 11 km/s liegt.

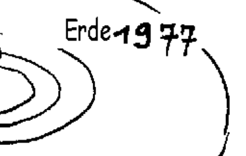
Aber das bedeutet auch die Notwendigkeit, die Raumsonde mit zweimal mehr Energie zu versorgen.





Indem man sich die ausserordentliche Aufreihung der Planeten des Sonnensystems zunutze gemacht hat, war es möglich sehr viel dieser Energie einzusparen. Die Sonde VOYAGER II hat das Sonnensystem erforscht.





Erde 1977

1979 Jupiter

1981 Saturn

1986 Uranus

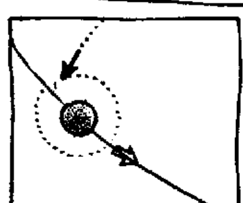


Tatsächlich ist es so, dass , wenn ein Körper in den Schweif eines Planeten eintritt, er sozusagen "ins Schlepptau" genommen wird, durch die Übertragung zusätzlicher Geschwindigkeit.

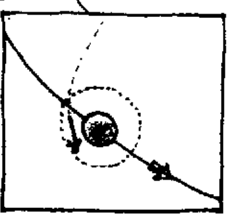


Diese aufeinanderfolgenden Geschwindigkeitserhöhungen erlauben den Sonden, das Sonnensystem zu verlassen

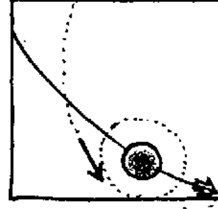
Das lässt mich daran denken wie mein Onkel Alfons sich mit seimen kleinen Auto hinter die Lastwagen klemmt, um einige zusätzliche Stundenkilometer zu gewinnen



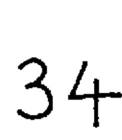
Die Sonde tritt in die Zone der Anziehungskraft des Planeten ein

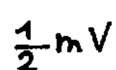


Sie gewinnt an Geschwindigkeit

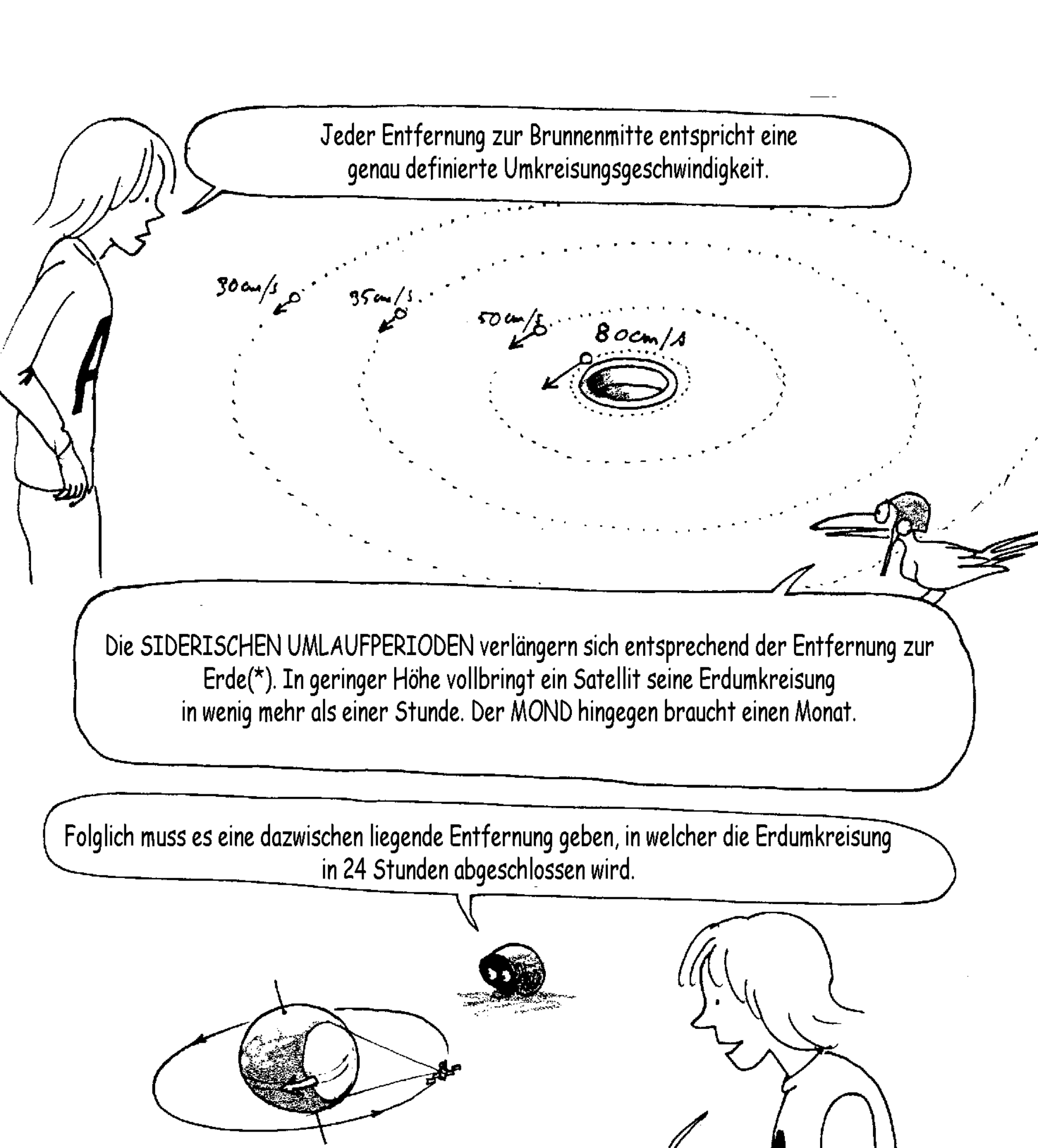


dann verlässt sie diese Zone wieder und verfolgt weiter ihre Bahn



Die (kinetische) Energie entspricht  $\frac{1}{2} m V^2$

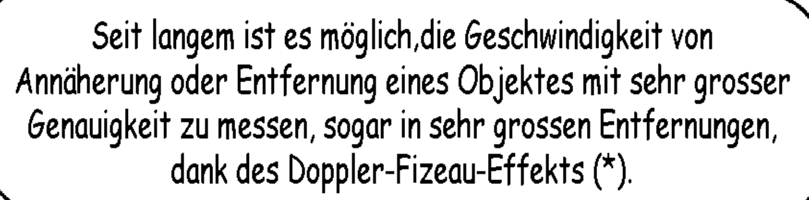
GEOSTATIONÄRE SATELLITEN



Unter diesen Bedingungen muss der Satellit sich immer senkrecht über dem gleichen Punkt der Erdoberfläche befinden.

(*) Keplersches Gesetz: Das Quadrat der Umlaufzeit variiert entsprechend dem Kubus des Bahnradius

AUS DEM WELTRAUM GESEHEN



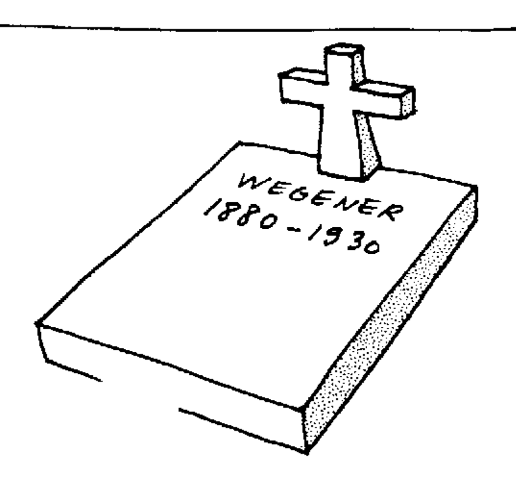
Seit langem ist es möglich,die Geschwindigkeit von Annäherung oder Entfernung eines Objektes mit sehr grosser Genauigkeit zu messen, sogar in sehr grossen Entfernungen, dank des Doppler-Fizeau-Effekts (*).

Seit langer Zeit schon wollten die Menschen wissen, ob Amerika sich von Europa entfernt, wie es der Meteorologe WEGENER zu Anfang des Jahrhunderts behauptet hatte.

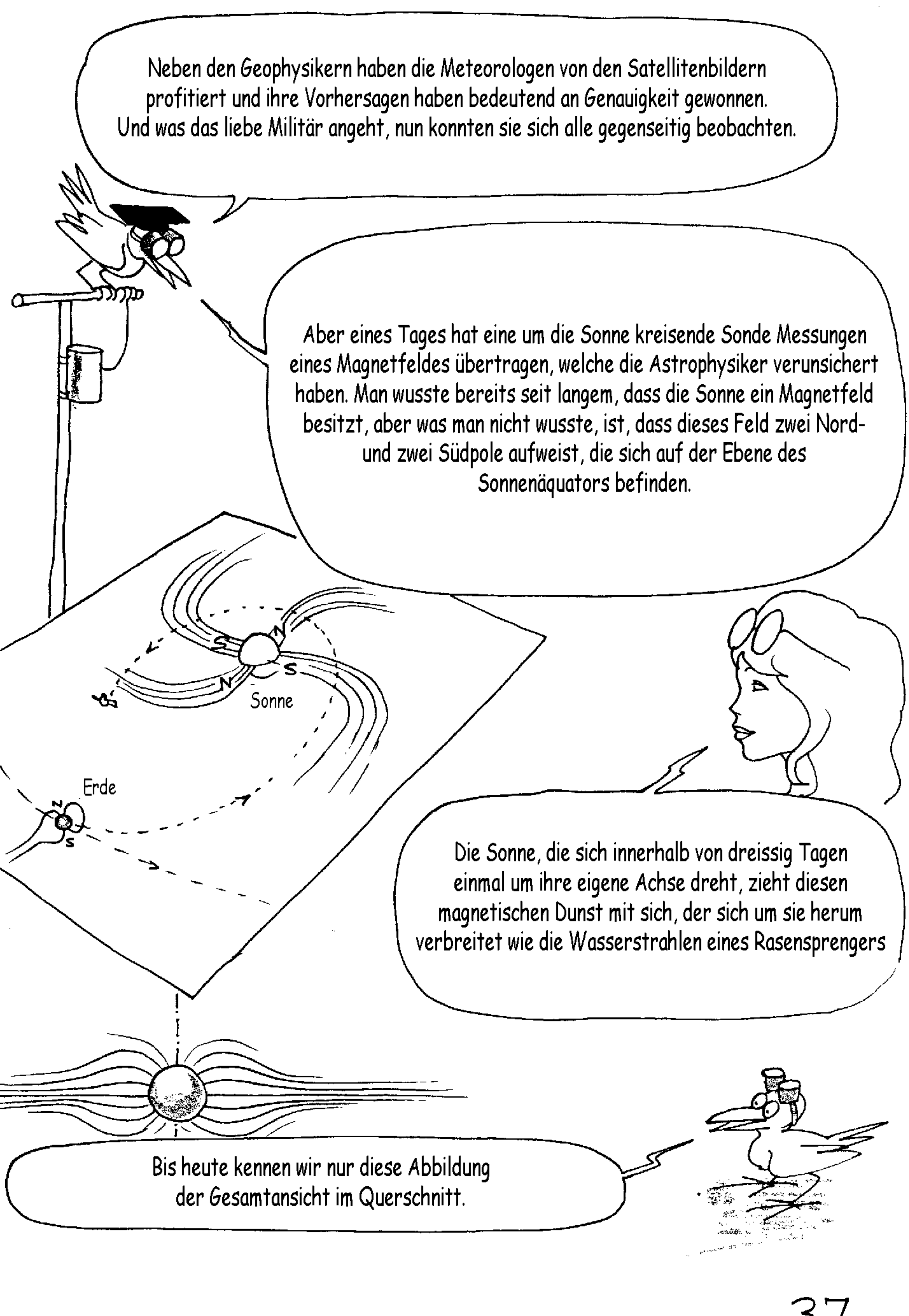
Sowie die ersten Satelliten abgesandt waren, wurde die Theorie von Wegener glänzend bestätigt. Die Kontinente weichen tatsächlich auseinander, um einige Zenimeter pro Jahr.

Die Abwesenheit WEGENERS, inzwischen verstorben, ausnutzend, haben die Geologen, die ihn immer als abwegig verspottet hatten, seine Theorie umbenannt in PLATTENTEKTONIK





(*) Siehe DER URKNALL, Seite 50


Neben den Geophysikern haben die Meteorologen von den Satellitenbildern profitiert und ihre Vorhersagen haben bedeutend an Genauigkeit gewonnen. Und was das liebe Militär angeht, nun konnten sie sich alle gegenseitig beobachten.
Aber eines Tages hat eine um die Sonne kreisende Sonde Messungen eines Magnetfeldes übertragen, welche die Astrophysiker verunsichert haben. Man wusste bereits seit langem, dass die Sonne ein Magnetfeld besitzt, aber was man nicht wusste, ist, dass dieses Feld zwei Nord- und zwei Südpole aufweist, die sich auf der Ebene des Sonnenäquators befinden.
S
N
N
S
Sonne
Erde
N
S
Die Sonne, die sich innerhalb von dreissig Tagen einmal um ihre eigene Achse dreht, zieht diesen magnetischen Dunst mit sich, der sich um sie herum verbreitet wie die Wasserstrahlen eines Rasensprengers
Bis heute kennen wir nur diese Abbildung der Gesamtansicht im Querschnitt.

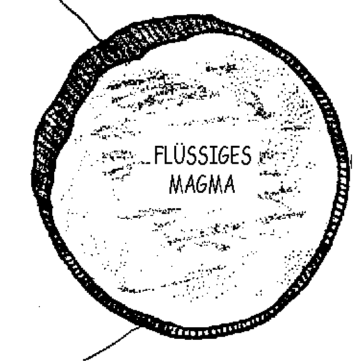


(*) hat eine Zeit lang einem gewissen Hitler als Symbol seiner abscheulichen Gesinnung gedient


Man sagt, das Magnetfeld der Erde habe in weit zurückliegender Vergangenheit eine Art Umkehrung erfahren. Wäre es nicht möglich, dass Ähnliches auf der Sonne passiert ist?
Nehmen wir einmal an, die Sonnenkorona habe sich vor mehreren tausend Jahren bei einer Sonnenfinsternis auf diese Art gezeigt. Das Geheimnis bleibt vollkommen, weil dieser Kranz, auf diese Entfernung von der Sonne, zu wenig leuchtend gewesen wäre, um mit blossem Auge beobachtet zu werden. Man hätte ein System zur Hand haben müssen, dass eine lange photographische Pause ermöglicht. Es sei denn, es handele sich nur um einen Zufall?
Komische Sache
Die Weltraumsonden, die überall ins Sonnensystem ausgesandt wurden, haben absolut unerwartete Informationen gesammelt.
So haben Radarwellen einer amerikanischen Sonde, die es geschafft haben die Wolkenschicht um Venus herum zu durchbrechen, erste Informationen über ihre Oberflächengestalt geliefert.

An der Oberfläche aller erdähnlichen Planeten, das heisst, solcher Planeten, die nicht aus vollkommen flüssiger Masse bestehen, so wie Jupiter und Saturn, bildet das erstarrte Magma, ohne das man zu erklären wüsste warum, einen "Kontinent" und ein "Meer"

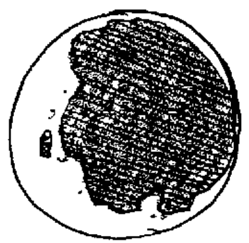
Was erzählst du denn da? Mars führt kein Wasser und Venus ist die reinste Glut, mit einer Oberflächentemperatur von 500 °C Grad.



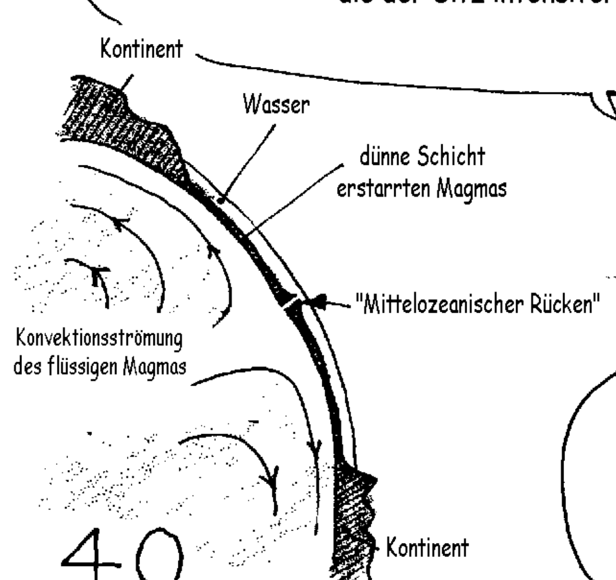
Auf der Erde findet sich Wasser im flüssigen Zustand nur in Regionen geringer Höhe und ein "Kontinent" ist nur eine Masse erstarrten Magmas, die an der Oberfläche einer Masse flüssigen Magmas schwimmt.

Also gut, Mars, Venus und Merkur haben einen Kontinent, und dann?





Auf der Erde unterliegt die erstarrte Schicht sehr stark den inneren Magmabewegungen, die sie zum Zerbrechen bringen, was die KONTINENTALVERSCHIEBUNG hervorruft. Beständig platzt die dünne Schicht und das Magma kommt zum Vorschein entlang der MITTELOZEANISCHEN RÜCKEN, die der Sitz intensiver vulkanischer Aktivität sind.



Crac!

Crac!

Und hier ist diese Art von unterseeischer Bergkette, die sich auf halbem Weg zwischen Afrika und Südamerika befindet, welche sich von einander entfernen

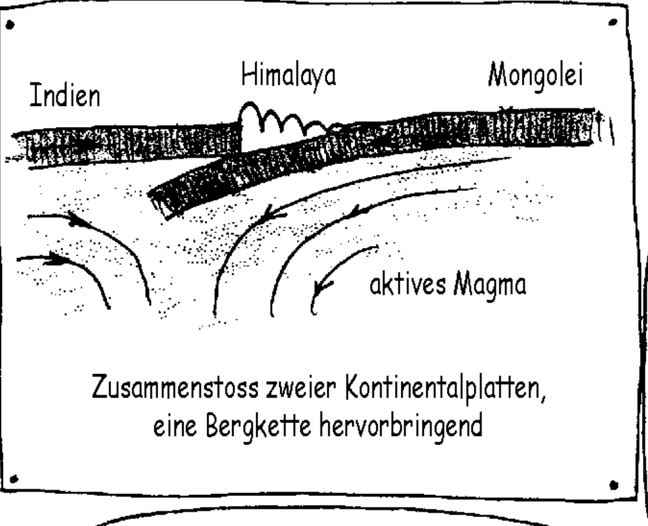
Die Radar-Kartographie anderer Planeten als der Erde hat erwiesen, dass diese keine mittelozeanischen Rücken besitzen und keine Teilung ihres ursprünglichen Kontinents stattgefunden hat.





Das bedeutet einfach nur, dass die Magmen von Mars, Venus und Merkur "ruhig" sind, im Gegensatz zum Erdmagma.

Nehmen wir einmal an, es existiere irgendwo um einen anderen Stern herum ein Planet, der Wasser im flüssigen Zustand besitzt. Der Regenfall hätte es bald geschafft, die ursprüngliche Oberflächengestalt, die aus den Einschlägen von Meteoriten hervorgegangen ist, abzuschleifen. Und weil es keine Plattenbewegung gibt, fähig neue Berge hervorzurufen, wäre dieser Planet ... flach wie die Hand.



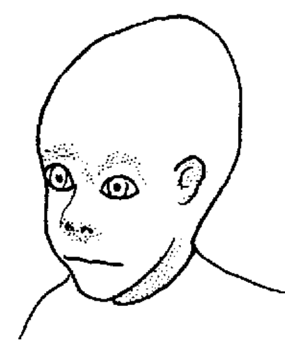
Zusammenstoss zweier Kontinentalplatten, eine Bergkette hervorbringend



Wenn sich LEBEN auf einem "glatten" Planeten entwickelt, steht das Fehlen natürlicher Grenzen der Entwicklung von Vielfalt entgegen.



Es gäbe sehr viel weniger Tierarten, und falls sich dort ein menschenähnliches Geschlecht entwickeln sollte, gäbe es nur eine einzige Rasse und eine einzige Sprache.



In unserem Sonnensystem ist die Kontinentalverschiebung also ein verhältnismässig seltenes Phänomen, da es ja nur die Erde betrifft. Wenn es allgemeiner Natur wäre, hätten die Ausserirdischen, die uns besuchen kämen, einige Überraschungen.

Offenbar, Chef, malen sie sich mit unterschiedlichen Farben an, je nach der Gegend

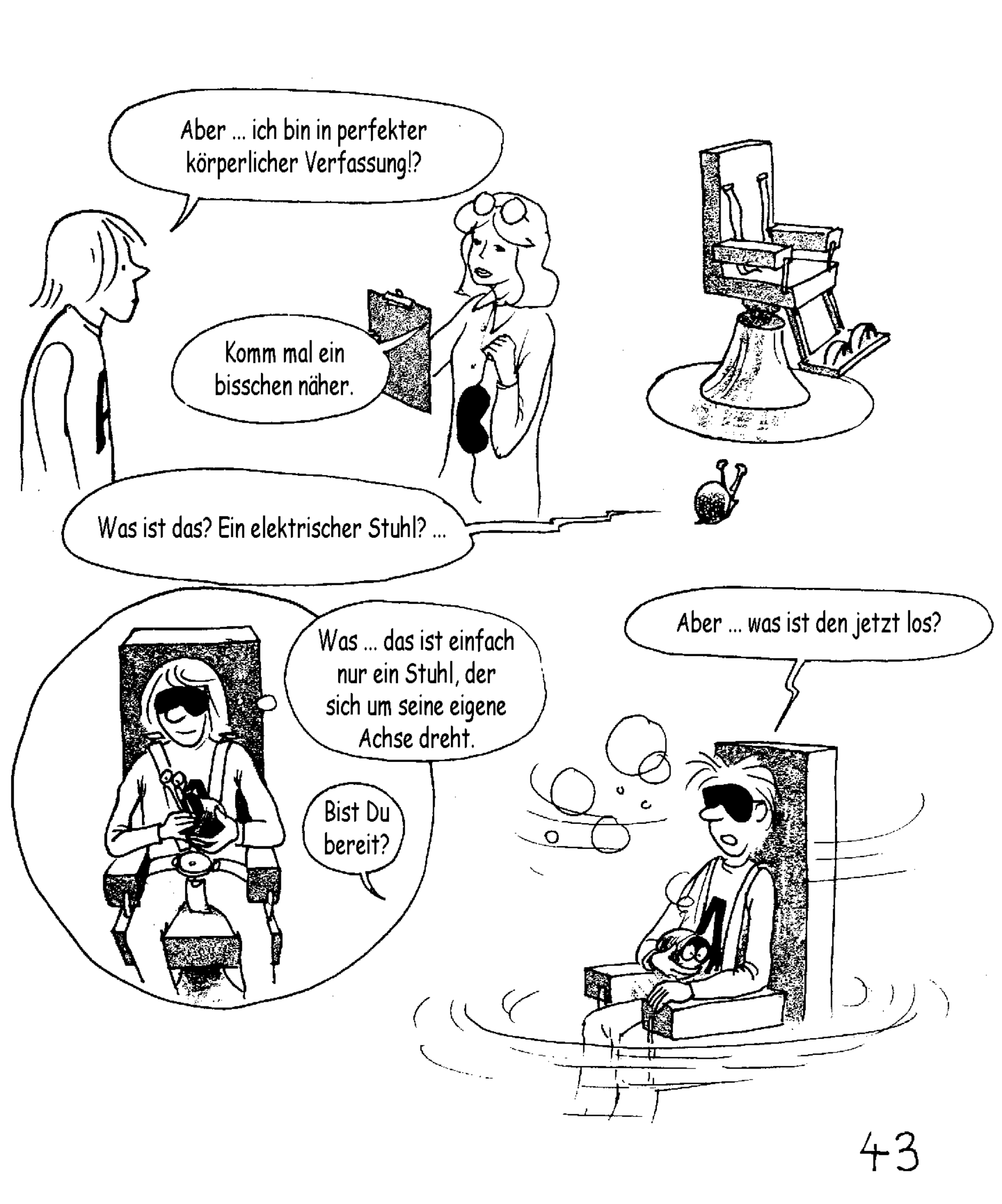
Man kann damit rechnen, dass wissenschaftliche Entdeckungen von höchster Wichtigkeit vom Weltraum aus gemacht werden. Oh, wie gerne nähme ich an diesem Abenteuer teil!

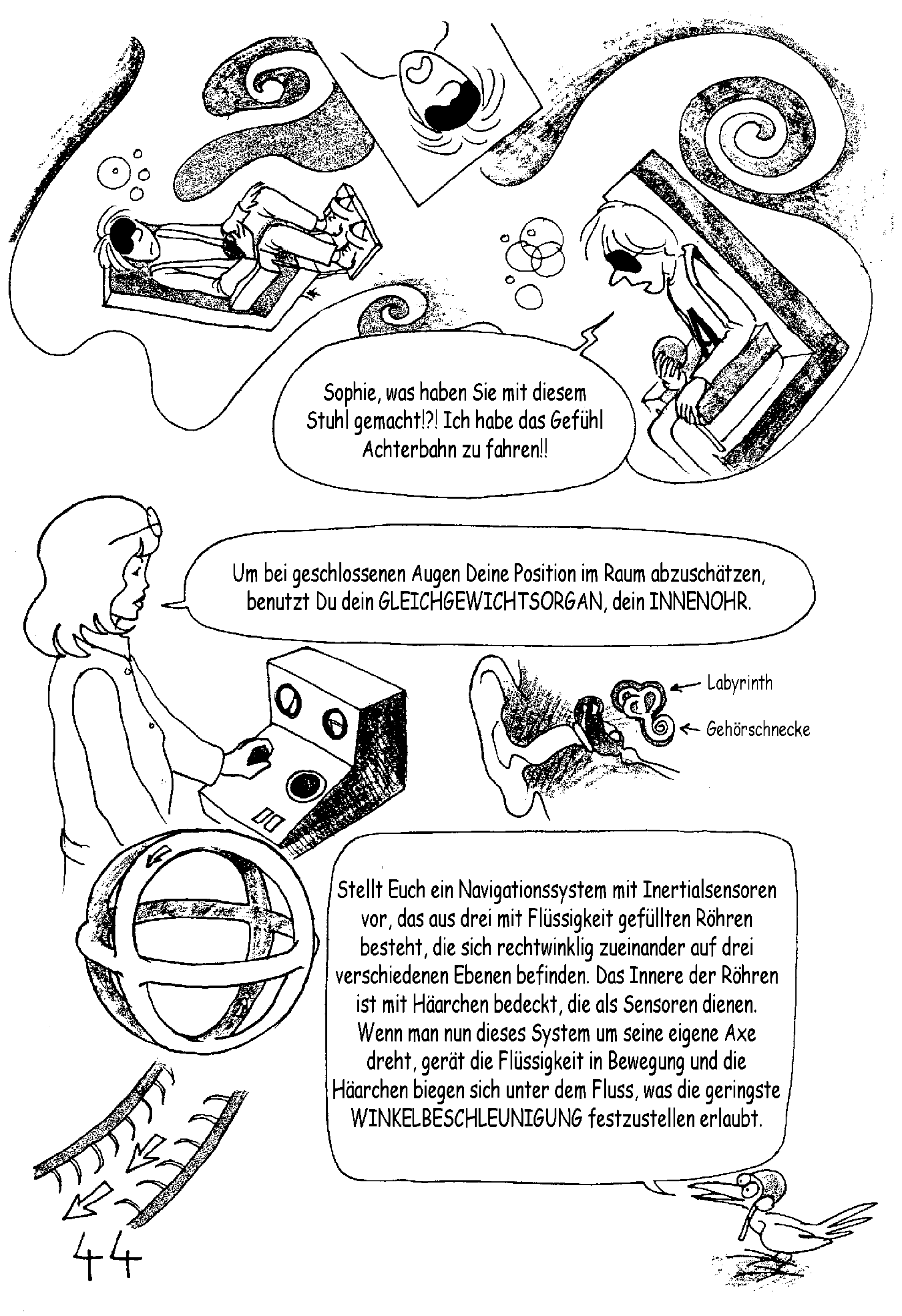
Ich habe eine Mission HERMES am 15. Wenn Du magst, dann nehme ich dich mit.

Klasse! Ich werde ein Mensch des Weltraums werden, ein SPACEMAN.

Moment mal, es ist notwendig, dass du dich sehr ernsthaft vorbereitest.

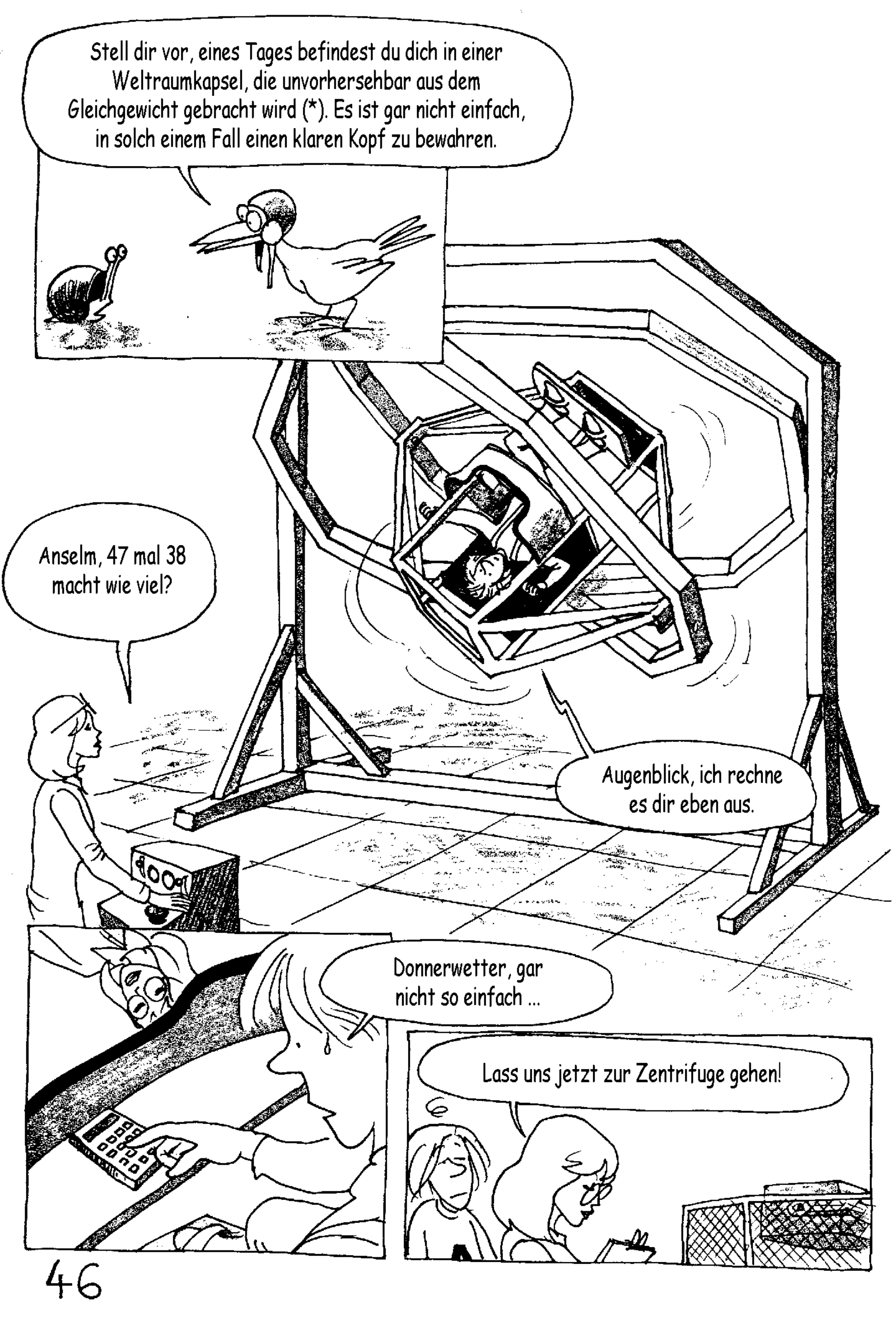
DIE VORBEREITUNG DES ASTRONAUTEN



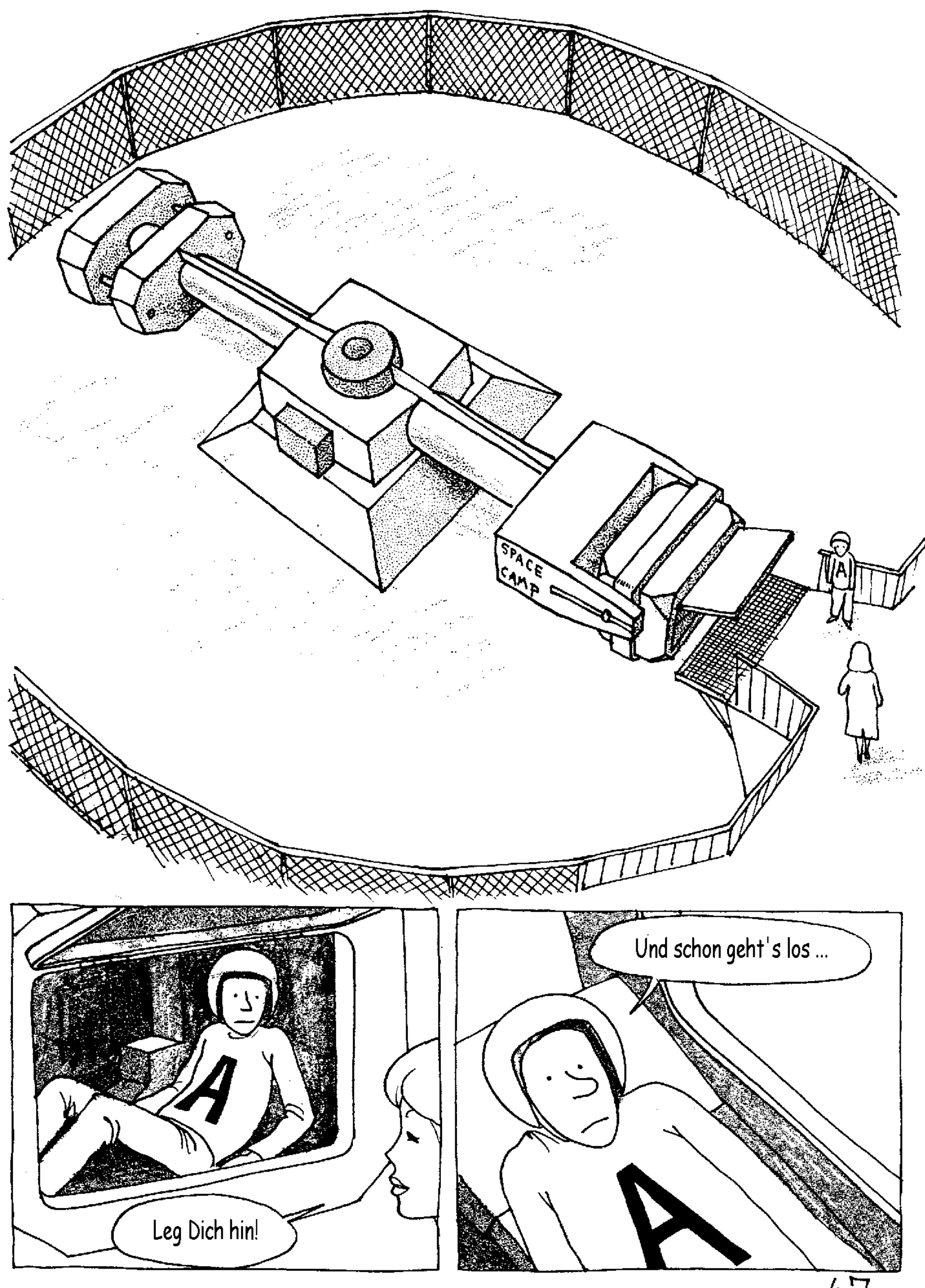

Sophie, was haben Sie mit diesem Stuhl gemacht!?! Ich habe das Gefühl Achterbahn zu fahren!!
Um bei geschlossenen Augen Deine Position im Raum abzuschätzen, benutzt Du dein GLEICHGEWICHTSORGAN, dein INNENOHR.
Labyrinth
Gehörschnecke
Stellt Euch ein Navigationssystem mit Inertialsensoren vor, das aus drei mit Flüssigkeit gefüllten Röhren besteht, die sich rechtwinklig zueinander auf drei verschiedenen Ebenen befinden. Das Innere der Röhren ist mit Häarchen bedeckt, die als Sensoren dienen. Wenn man nun dieses System um seine eigene Axe dreht, gerät die Flüssigkeit in Bewegung und die Häarchen biegen sich unter dem Fluss, was die geringste WINKELBESCHLEUNIGUNG festzustellen erlaubt.

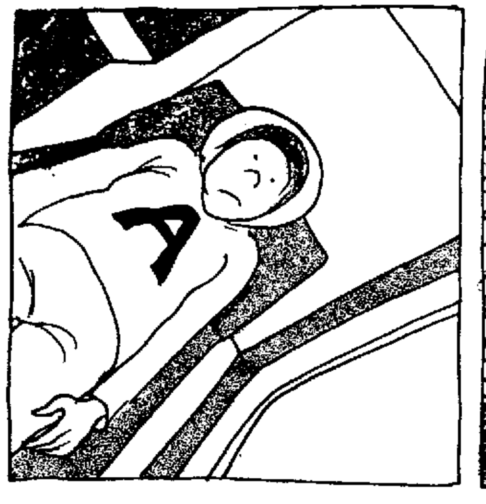


Wenn man während einer bestimmten Dauer einer Winkel-beschleunigung ausgesetzt ist, empfindet man die erreichte Kreisfrequenz und wenn dann die Verlangsamung eintritt, bleibt nur noch eine sehr ungenaue Idee der Amplitude der ausgeführten Winkelbewegung. Aber es ist ein ziemlich ungenaues Messsystem.
Diese dumme Drehbewegung ist ausreichend gewesen, um meine Körperflüssigkeiten durcheinander zu bringen, in dem Ausmass,dass ich nicht mehr wusste, wo oben und unten sind.
Téresias, gib Antwort!
Es sieht so aus, als habe er sich ganz in die Tiefe seines Schnecken-hauses zurückgezogen.
Du kannst wieder hervorkommen, es ist vorbei ...
Ihr ... seid ganz sicher?
Warum habt ihr das Trainingszentrum auf den Kopf gestellt?



Stell dir vor, eines Tages befindest du dich in einer Weltraumkapsel, die unvorhersehbar aus dem Gleichgewicht gebracht wird (*). Es ist gar nicht einfach, in solch einem Fall einen klaren Kopf zu bewahren.
Anselm, 47 mal 38 macht wie viel?
Augenblick, ich rechne es dir eben aus.
Donnerwetter, gar nicht so einfach ...
Lass uns jetzt zur Zentrifuge gehen!

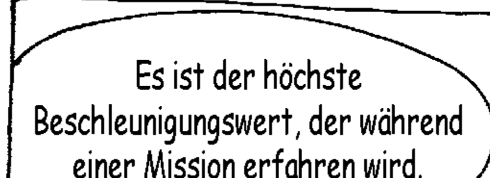

SPACE CAMP
Leg Dich hin!
Und schon geht's los ...

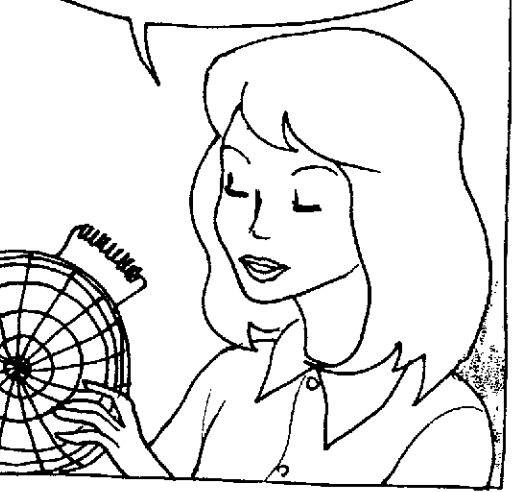




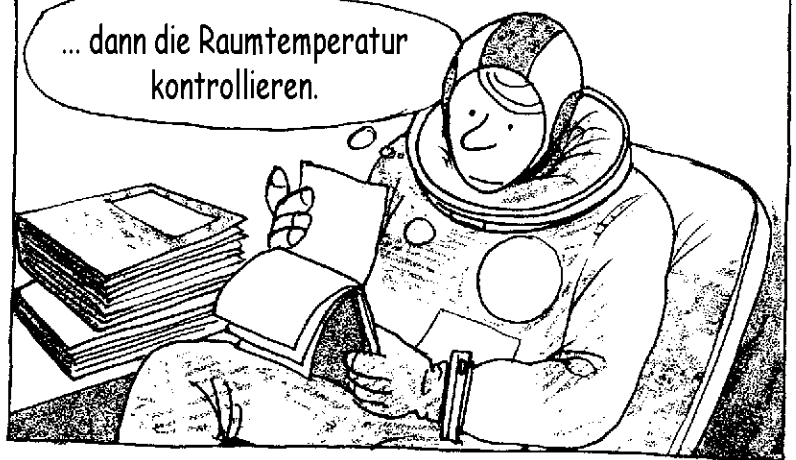
Anselm wiegt in diesem Moment gerade dreimal sein Gewicht. Oder sieh mal, drei g ist die Beschleunigung die der Salat erfährt, wenn ich diese Salatschleuder mit ausgestrecktem Arm bewege.

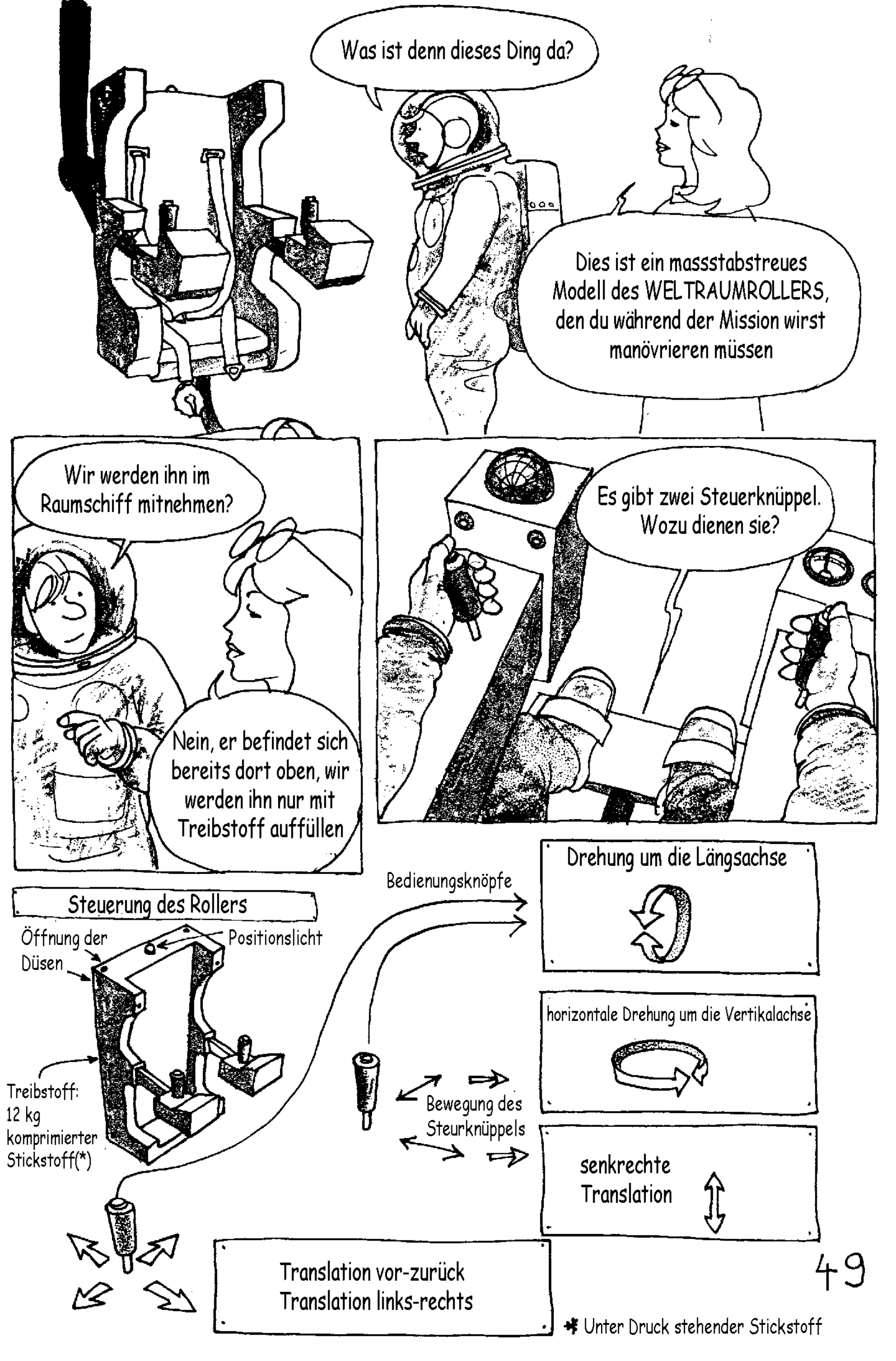
Was?!



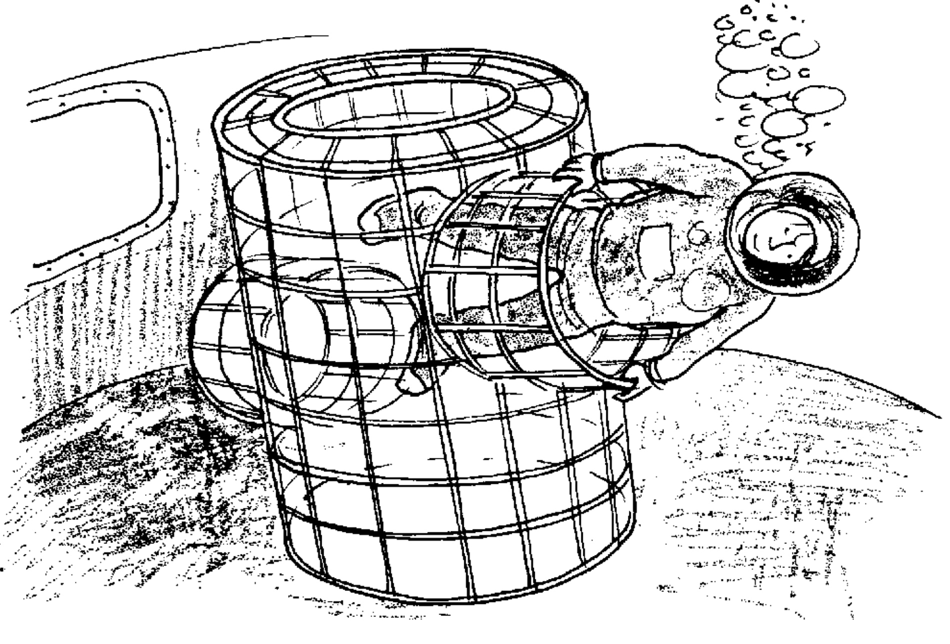


Während der folgenden Wochen hat Anselm sich mit allen Phasen der Mission, allen Sicherheitsverfahren und -vorschriften vertraut gemacht.




Was ist denn dieses Ding da?
Dies ist ein massstabstreues Modell des WELTRAUMROLLERS, den du während der Mission wirst manövrieren müssen
Wir werden ihn im Raumschiff mitnehmen?
Nein, er befindet sich bereits dort oben, wir werden ihn nur mit Treibstoff auffüllen
Es gibt zwei Steuerknüppel. Wozu dienen sie?
Steuerung des Rollers
Öffnung der Düsen
Positionslicht
Treibstoff: 12 kg komprimierter Stickstoff(*)
Bedienungsknöpfe
Drehung um die Längsachse
horizontale Drehung um die Vertikalachse
Bewegung des Steurknüppels
senkrechte Translation
Translation vor-zurück
Translation links-rechts
* Unter Druck stehender Stickstoff

Anselm vervollständigte sein Training durch zahlreiche Stunden, die er im Simulationsbecken für Schwerelosigkeit verbrachte, immer wieder die Gesten seiner kommenden Mission im Weltraum wiederholend



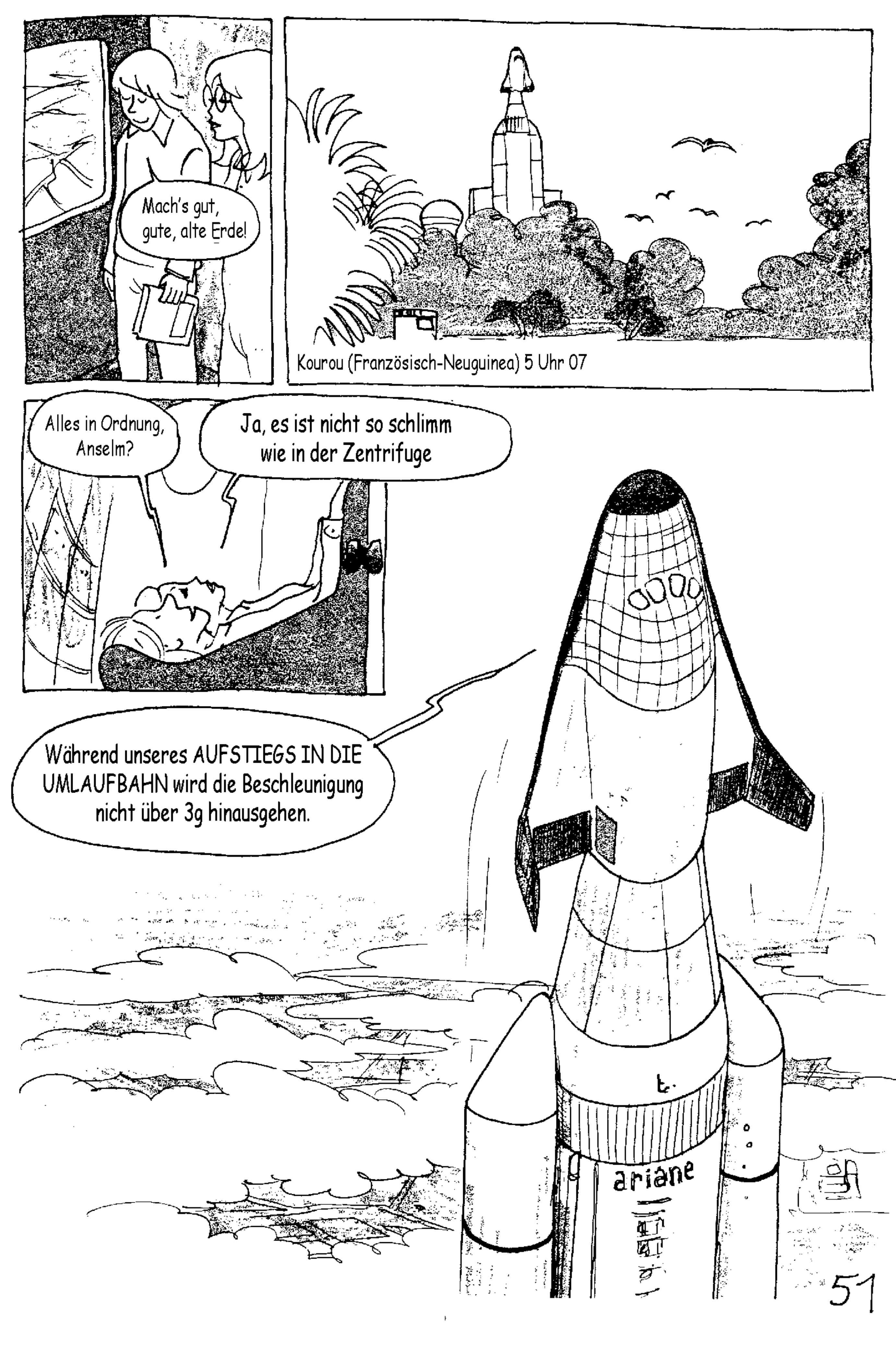


DAS RAUMSCHIFF

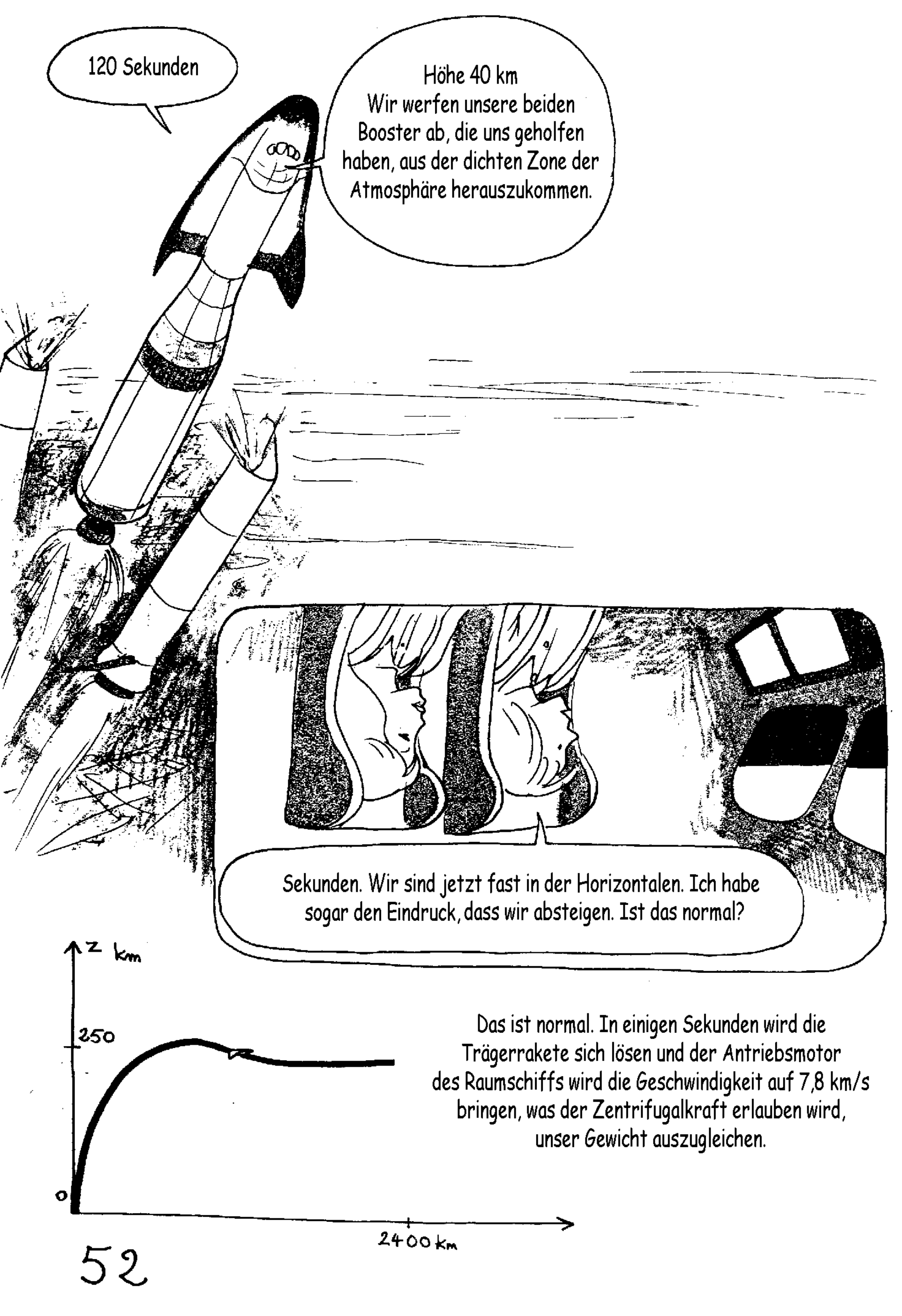
Und hier ist das Raumschiff, hoch oben auf der Trägerrakete Ariane 5. Das Ganze erreicht eine Höhe von fünzig Metern.
Die Trägerrakete besteht aus zwei BOOSTERN (*) mit Pulvertreibstoff, die jeder eine Schubkraft von 600 Tonnen entwickeln. Sie flankieren einen Antriebsmotor für flüssigen Wasser- und Sauerstoff, ausgestattet mit einer verstellbaren Schubdüse, die es ermöglicht das Ganze zu steuern.
Der Antriebsmotor entwickelt eine Schubkraft von 110 Tonnen. Macht zusammen 1310 Tonnen Schubkraft. Das Gesamtgewicht von Trägerrakete und Raumschiff beträgt 750 Tonnen.

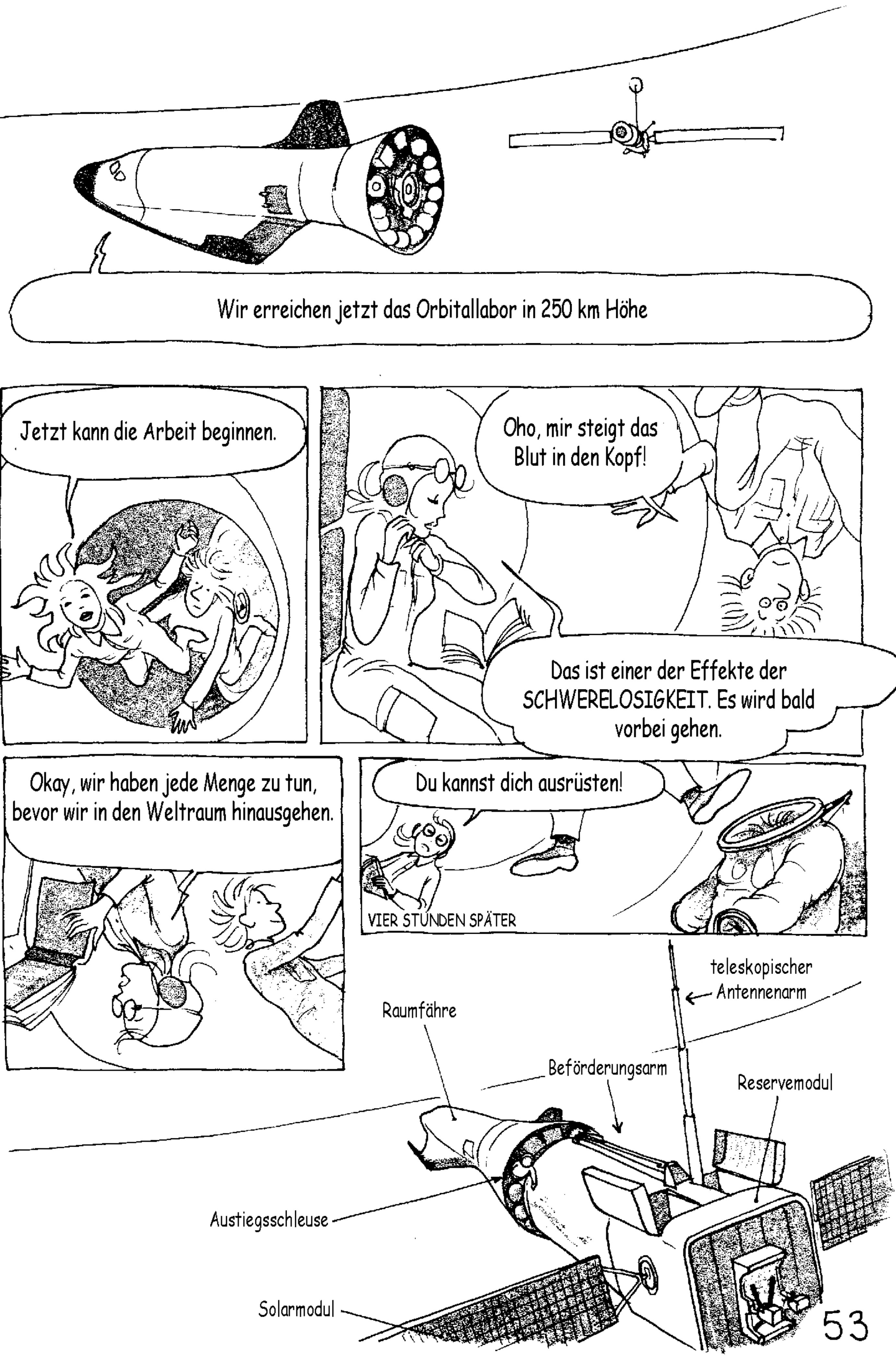
esa
ariane

(*) BOOSTER bedeutet im Englischen ANSCHIEBER, in der Raumfahrttechnik wird es mit Hilfsrakete übersetzt.

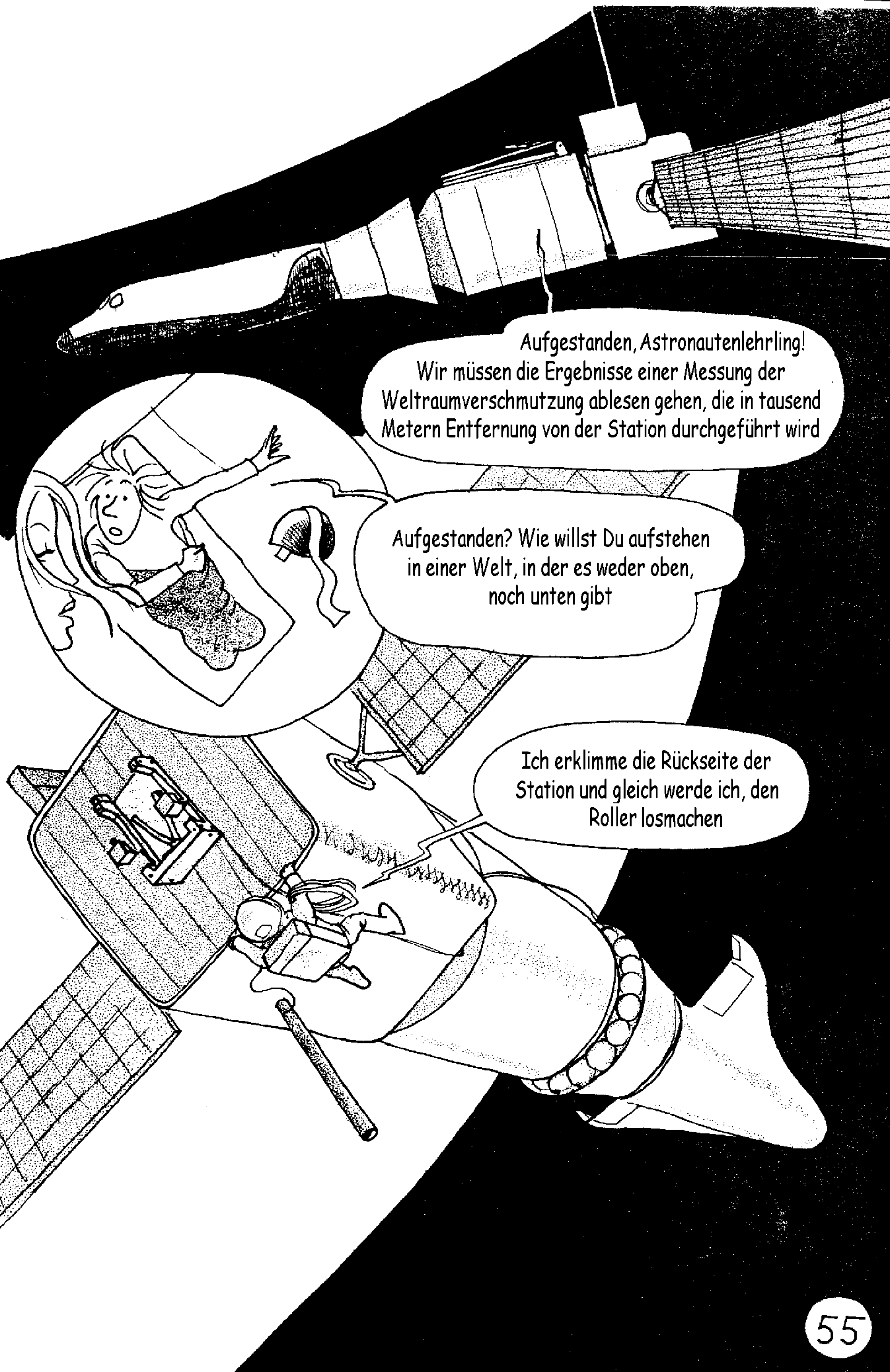


Die Schallgeschwindigkeit ist nach 50 Sekunden überschritten

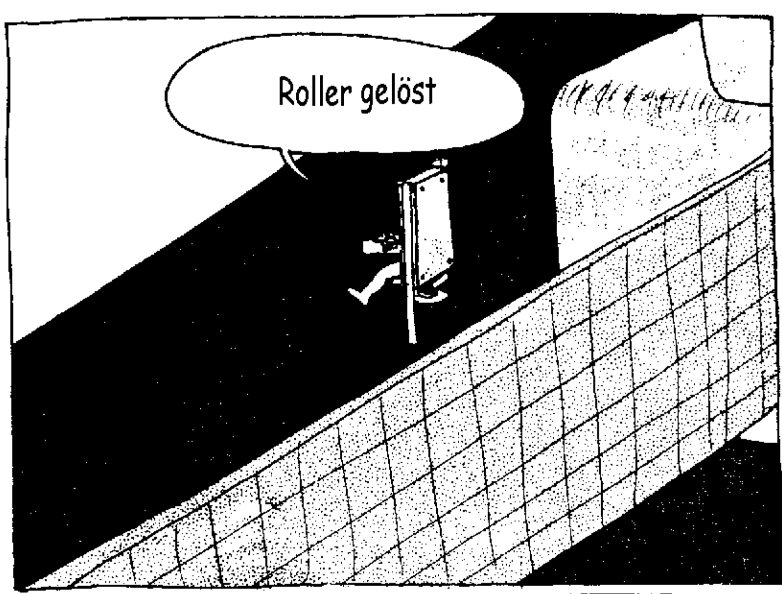

120 Sekunden
Höhe 40 km
Wir werfen unsere beiden
Booster ab, die uns geholfen
haben, aus der dichten Zone der
Atmosphäre herauszukommen.
Sekunden. Wir sind jetzt fast in der Horizontalen. Ich habe
sogar den Eindruck, dass wir absteigen. Ist das normal?
z km
250
0
2400 km
Das ist normal. In einigen Sekunden wird die
Trägerrakete sich lösen und der Antriebsmotor
des Raumschiffs wird die Geschwindigkeit auf 7,8 km/s
bringen, was der Zentrifugalkraft erlauben wird,
unser Gewicht auszugleichen.


Wir erreichen jetzt das Orbitallabor in 250 km Höhe
Jetzt kann die Arbeit beginnen.
Oho, mir steigt das Blut in den Kopf!
Das ist einer der Effekte der SCHWERELOSIGKEIT. Es wird bald vorbei gehen.
Okay, wir haben jede Menge zu tun, bevor wir in den Weltraum hinausgehen.
Du kannst dich ausrüsten!
VIER STUNDEN SPÄTER
teleskopischer Antennenarm
Raumfähre
Beförderungsarm
Reservemodul
Austiegsschleuse
Solarmodul

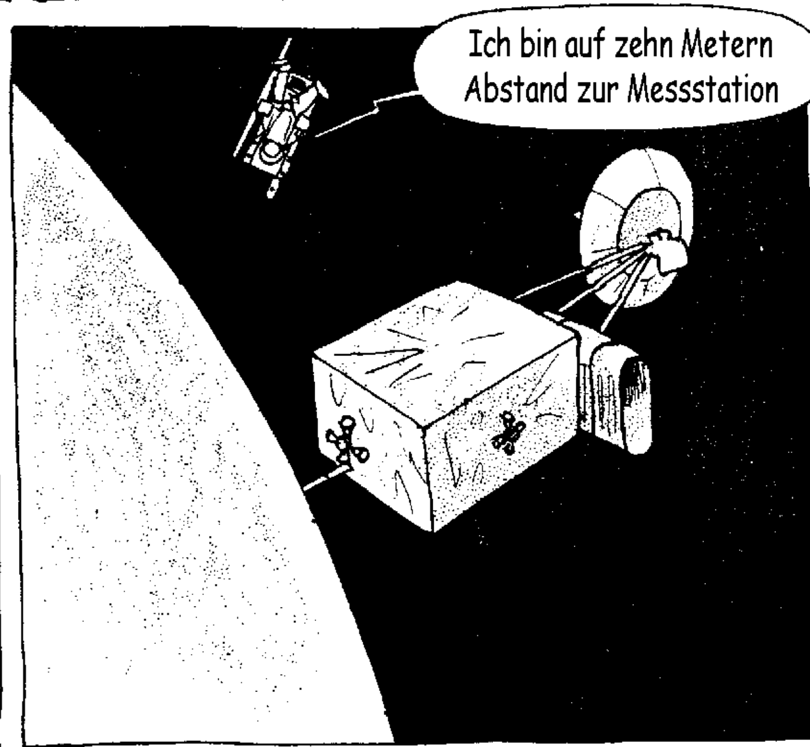

Den Schlauch Nummer 24 an den Freontank anschliessen
Während Anselm sich erholt, nach seinem Ausstieg in den Weltraum, vollendet Sophie das Ablesen der Registrierapparate der verschiedenen an Bord der Station eingerichteten Experimente.
Man verbringt seine Zeit mit Arbeiten in einer Raumstation!
Und jetzt?
Jetzt gehen wir schlafen.
HANDBUCH
WC-BENUTZUNG
Band I
tz tz tz


Aufgestanden, Astronautenlehrling! Wir müssen die Ergebnisse einer Messung der Weltraumverschmutzung ablesen gehen, die in tausend Metern Entfernung von der Station durchgeführt wird
Aufgestanden? Wie willst Du aufstehen in einer Welt, in der es weder oben, noch unten gibt
Ich erklimme die Rückseite der Station und gleich werde ich, den Roller losmachen









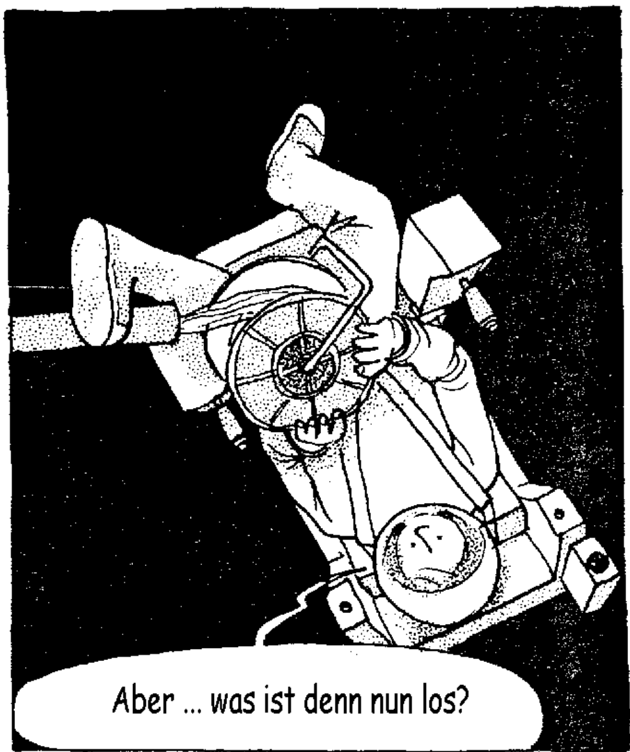
Ich kopple mich an ihr fest. Mein Gott, was für ein Sieb ist das (*)

Die kritische Phase ist, diesen Schirm aus Mylar zu falten. Er dient dazu, die Moleküle und Teilchen aufzufangen, aus denen die Erdumgebung besteht



(*) Effekt der umherirrenden Mikrometeoriten und anderer Objekte


Sophie, ich fange an den Schirm zu falten, mit Hilfe der Führungsrohre


Aber ... was ist denn nun los?

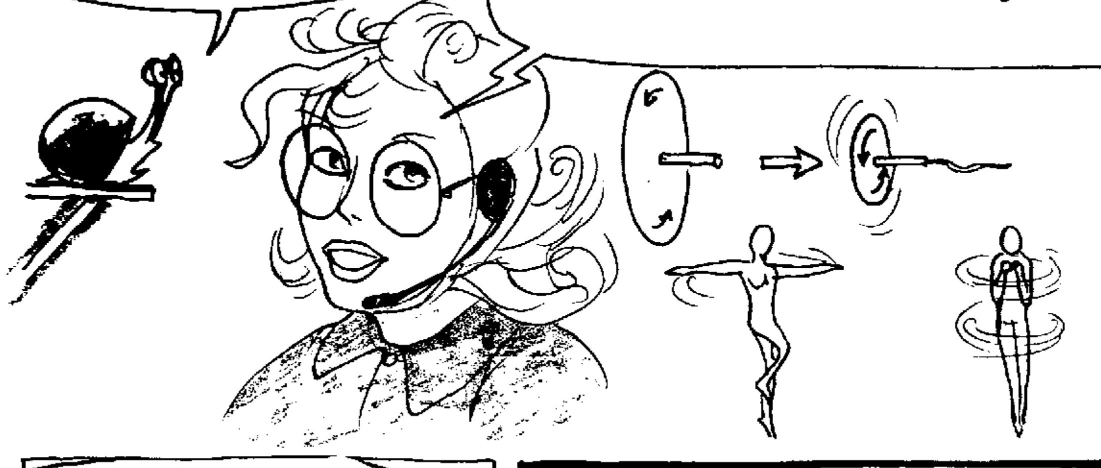

Plötzlich drehe ich mich wie ein Kreisel. Schnell, ich muss mich stabilisieren

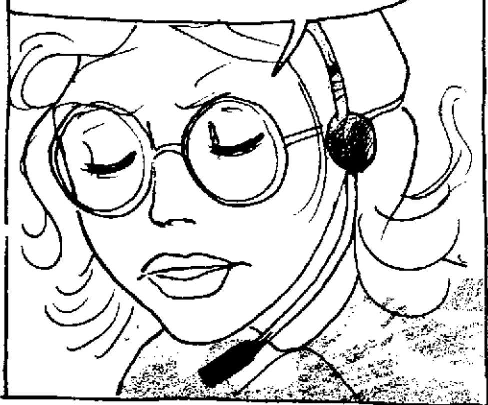

Verdammt! Ich habe mich in der Steuerfunktion geirrt!?!

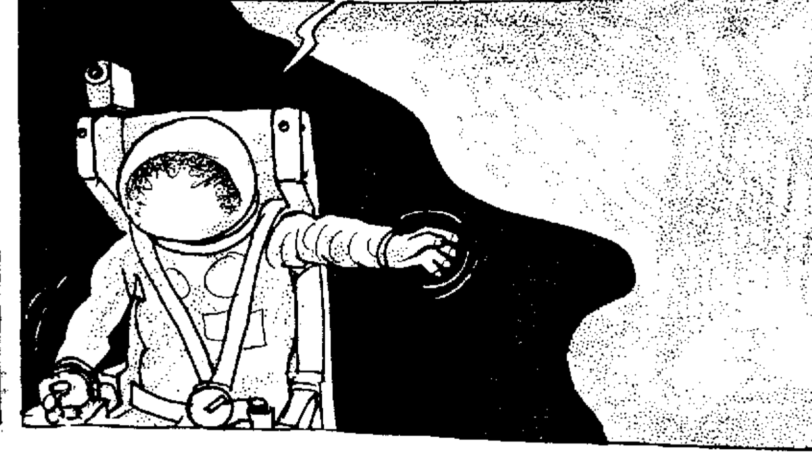

Anselm, was ist da los bei dir, die Bildübertragung ist gerade abgebrochen
Überprüfe die Kamera, die oben auf deinem Roller befestigt ist.

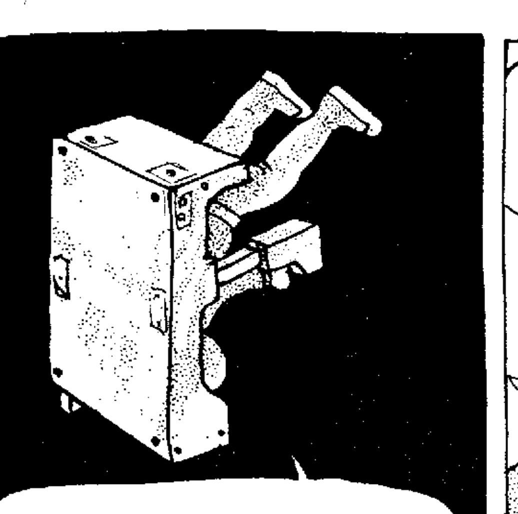

Als Folge eines irrtümlichen Manövers habe ich mich vollkommen in dem Schirm aus Mylar verheddert


Ich drehe mich um meine eigene Achse wie ein Kreisel. Ausserdem schaffe ich es nicht, mich aus diesem blöden Mylarstoff zu befreien, der an mir klebt wie eine Krake.
Das liegt sicher in einem Phänomen elektrostatischer Natur begründet

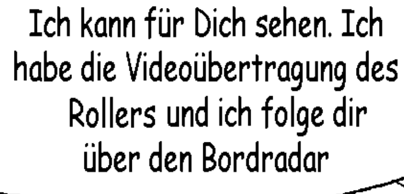

Aber warum nur dreht er sich wie ein Kreisel?
Als er den Mylarstoff abgenommen hat, hat sich der DREHIMPULS der Gegengewichte auf ihn übertragen, wie bei einer Schlittschuhläuferin, die ihre Arme längs ihres Körpers zurückführt.


Anselm, versuche, dich zu beruhigen. Ich höre dich keuchen wie ein Pferd, so wirst Du deinen ganzen Sauerstoff verbrauchen

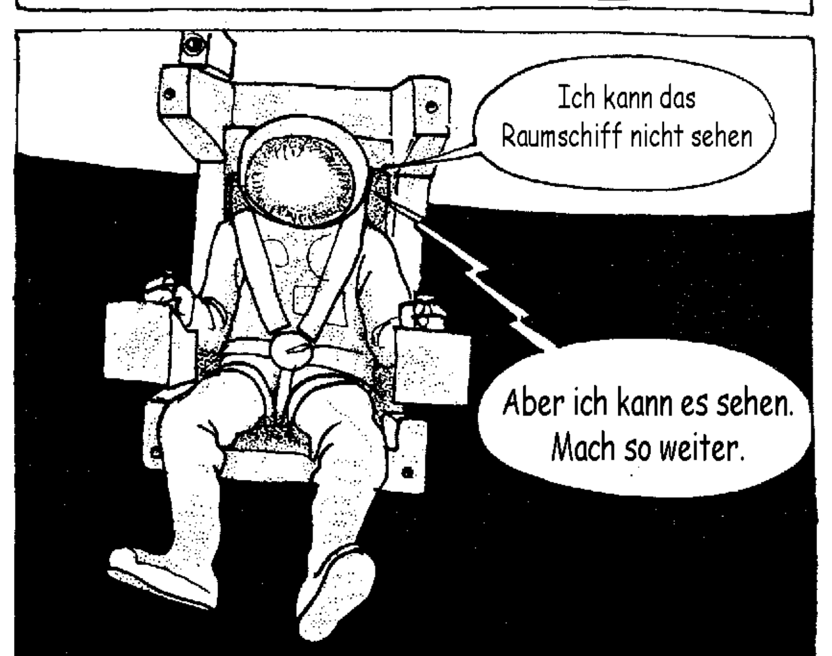

Ich hab's. Ich glaube ich habe es geschafft, aus dieser grauseligen Falle zu entkommen. Aber das Visier meines Helms hat sich mit Dunst beschlagen. Ich sehe so gut wie nichts mehr ...











Du befindest Dich fast in der richtigen Achse. Du musst deine Bahn etwas korrigieren.

Der Beschlag verschwindet langsam. Ich kann das Raumschiff allmählich wieder erkennen.

Sophie, der Stickstoff-druck liegt bei Null.

Ich nähere mich erschreckend schnell der Station und werde sie verpassen

Das macht nichts. Dann werden wir dich eben mit der Raumfähre holen

Sophie, mein Sauer-stoffdruck ist unter 10 kg gefallen ...

Das lässt ihm noch fünf Minuten. Gerade genug Zeit, um durch die Schleuse in die Raumfähre zurückzu-kommen, von der Station abzukoppeln und ihn ... wiederzufinden. Nein !!

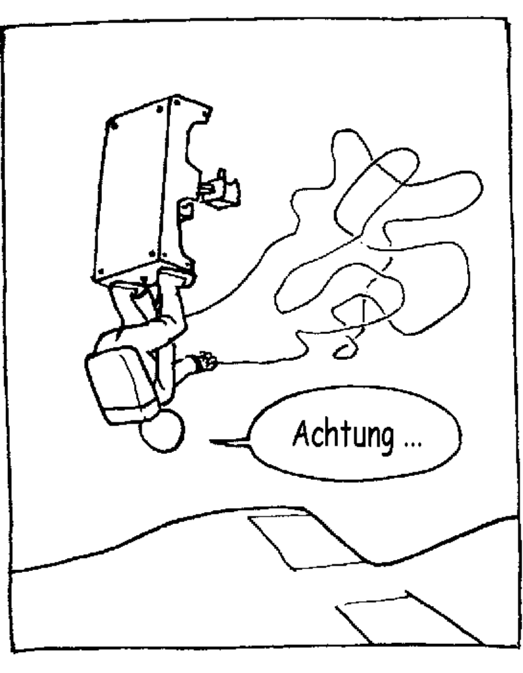


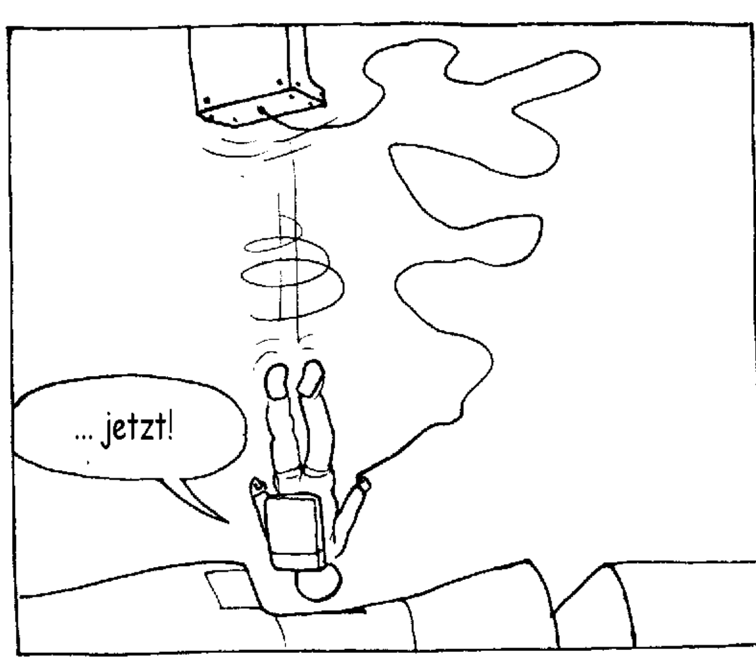
Siehst Du ihn?

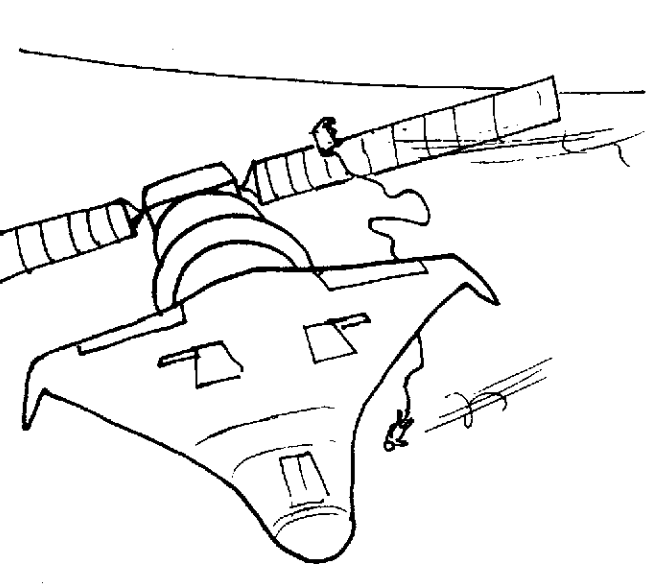
Ja, er hat sich vom Roller abgeschnallt

Was!?! Was macht er da bloss?

Schnell, der Film!



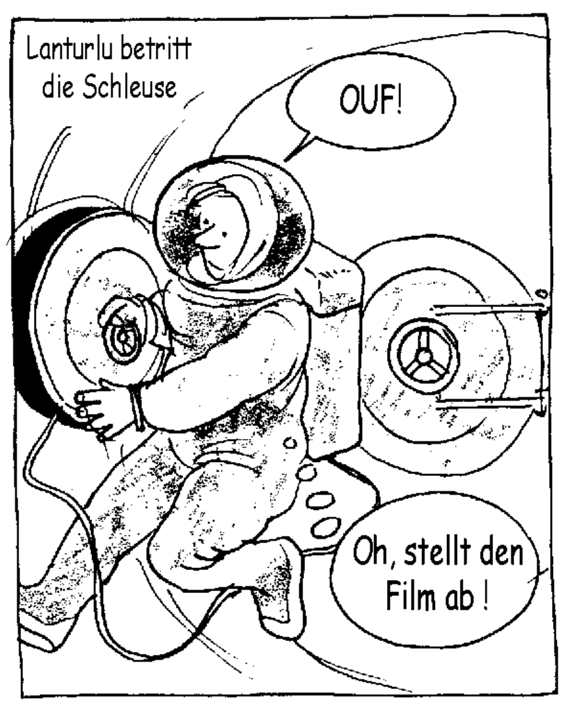




Anselm hat das Prinzip von AKTION-REAKTION benutzt. Sich auf den Roller stützend, hat er diesen auf die eine Seite der Raumfähre gestossen und sich selbst im gleichen Augenblick in die andere Richtung katapultiert.

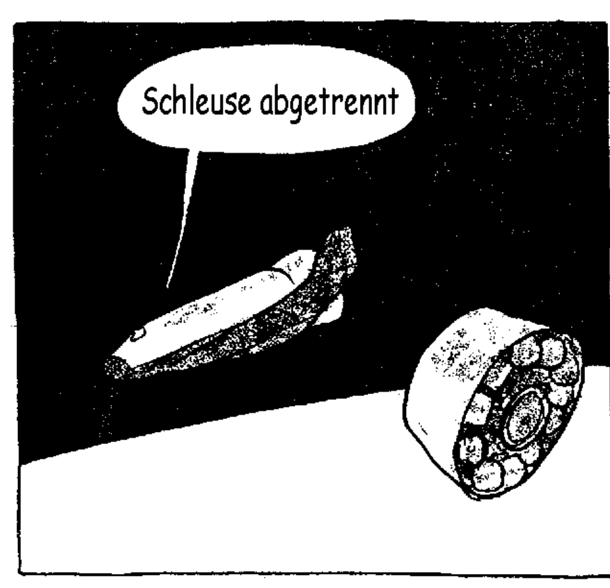




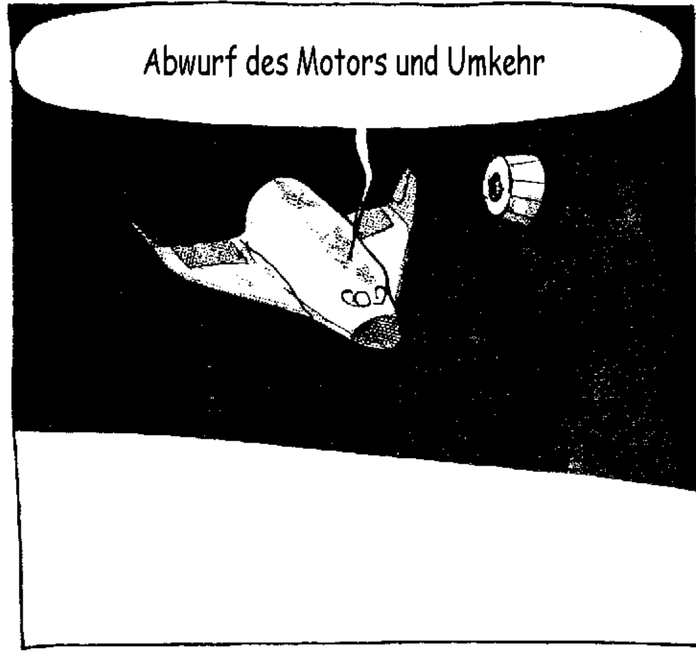

Lanturlu betritt die Schleuse
OUF!
Oh, stellt den Film ab !

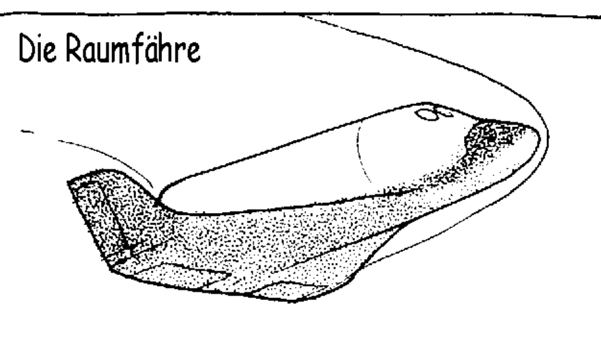

Anselm! Ich hatte solche Angst ...

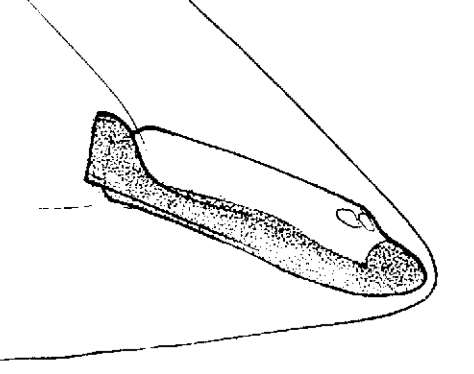

Hallo, hier ist die Basis. Ich leite die Rückkehrprozedur ein
Abkoppelung von der Station


Schleuse abgetrennt

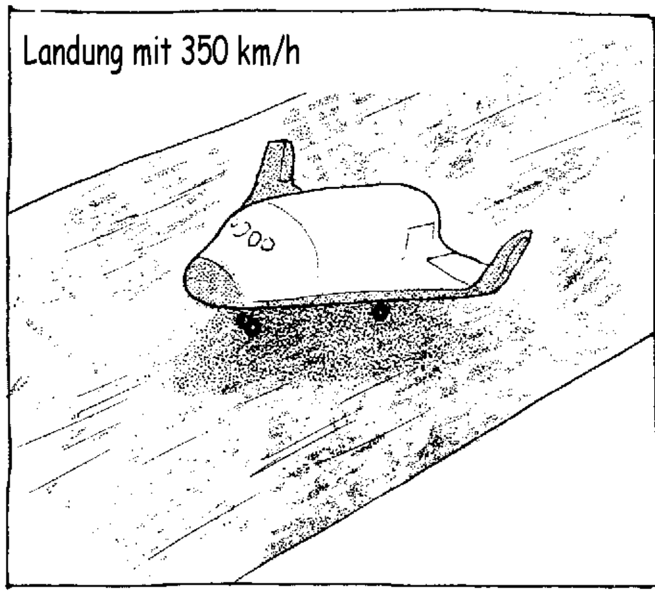

Bremsmanöver
Ein geringer Geschwindigkeitsverlust von einigen 100 m/s genügt, um die Raumfähre abtauchen zu lassen

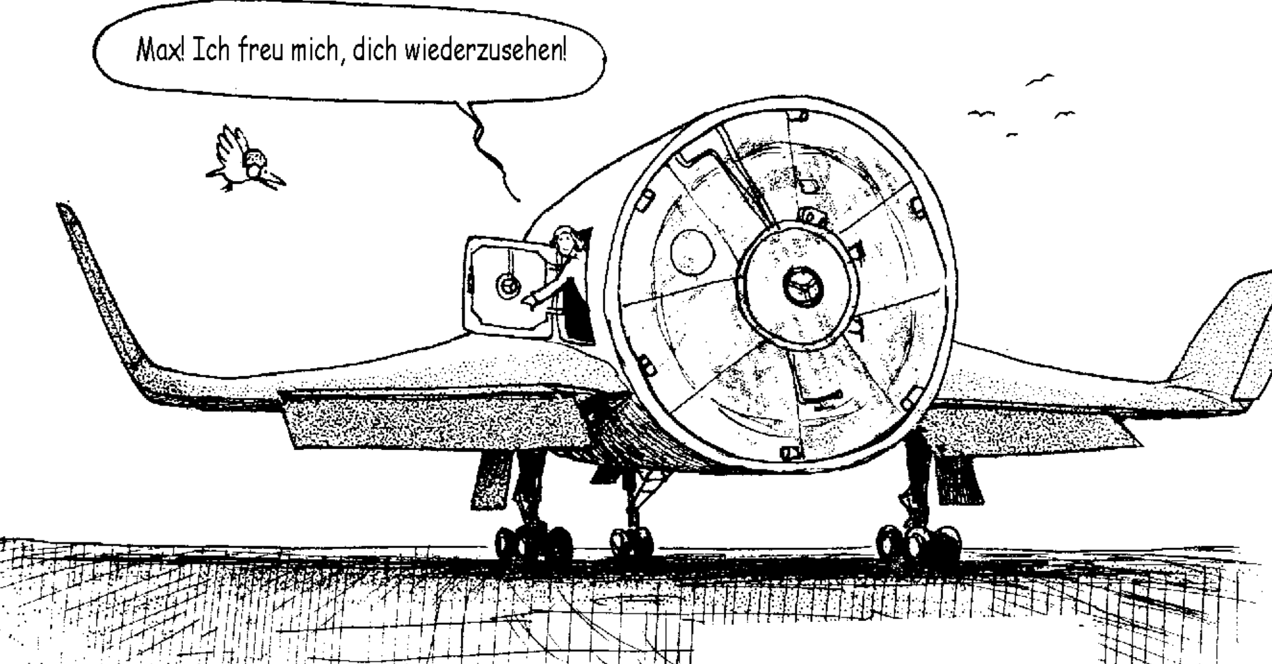

Abwurf des Motors und Umkehr


Die Raumfähre
Hermes tritt im Weitwinkel in 80 km Höhe und mit einer Geschwindigkeit von 2770 Km/h in die Erdatmosphäre ein. Das ist der Moment, in dem die Wärmeeffekte am stärksten sind.


Dann, wenn die Geschwindigkeit ausreichend gesunken ist, ungefähr auf 30 km Höhe, nähert sich die Raumfähre dem Erdboden mit der Geschwindigkeit Mach 3


30 Minuten später
Hallo, hier spricht die Basis. Korrigieren Sie um zwei Grad und sie befinden sich genau in der Achse der Landebahn


Landung mit 350 km/h


Max! Ich freu mich, dich wiederzusehen!

ENDE

SCHWEBEN WIE IM SIEBTEN HIMMEL

Jean-Pierre Petit

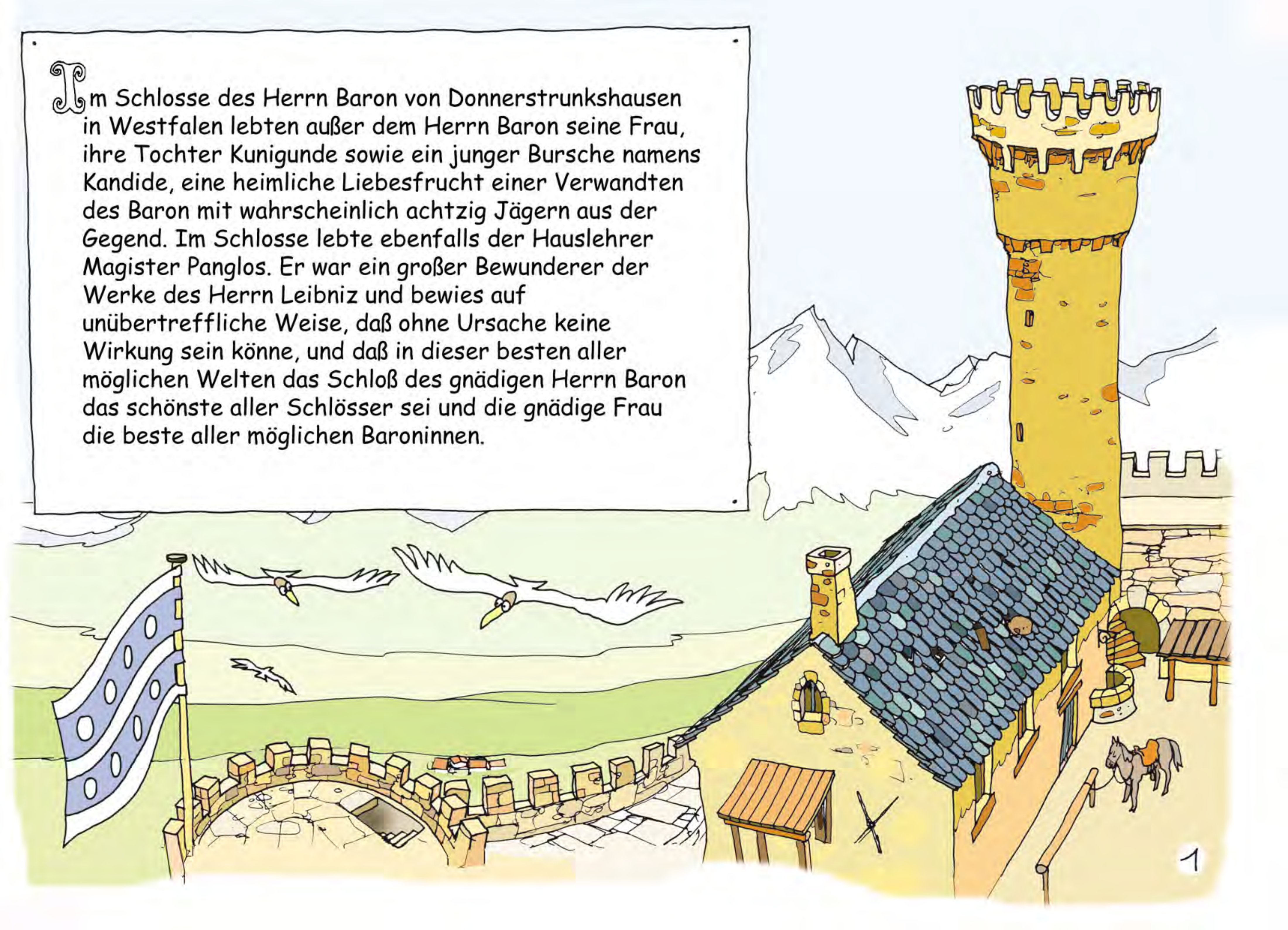


Eine originelle Idee: Voltaire zu bemühen, um das Flugprinzip des Hubschraubers verständlich zu machen. Heraus kommt eine humorvolle Story mit witzigen Anekdoten.

Gleichzeitig wird auf Basis einer fundierten Beschreibung der technischen und theoretischen Sachverhalte erstes Grundwissen für zukünftige Piloten vermittelt.

Hubschrauber – diese genialen Flugmaschinen – haben auch weiterhin eine glänzende Zukunft vor sich!

Jean Boulet


Im Schlosse des Herrn Baron von Donnerstrunkshausen
in Westfalen lebten außer dem Herrn Baron seine Frau,
ihre Tochter Kunigunde sowie ein junger Bursche namens
Kandide, eine heimliche Liebesfrucht einer Verwandten
des Baron mit wahrscheinlich achtzig Jägern aus der
Gegend. Im Schlosse lebte ebenfalls der Hauslehrer
Magister Panglos. Er war ein großer Bewunderer der
Werke des Herrn Leibniz und bewies auf
unübertreffliche Weise, daß ohne Ursache keine
Wirkung sein könne, und daß in dieser besten aller
möglichen Welten das Schloß des gnädigen Herrn Baron
das schönste aller Schlösser sei und die gnädige Frau
die beste aller möglichen Baroninnen.

Eines Tages erblickte Baronesse Kunigunde, sie war im zarten Alter von 17 Jahren, den Herrn Magister Panglos, der hinter dem Gesträuch mit ihrer Frau Mutter Kammerjungfer Versuche aus der Experimentalphysik anstellte. Da Kunigunde sehr wissbegierig war, beobachtete sie mit angehaltenem Atem die wiederholten Experimente, die vor ihren Augen vorgenommen wurden.

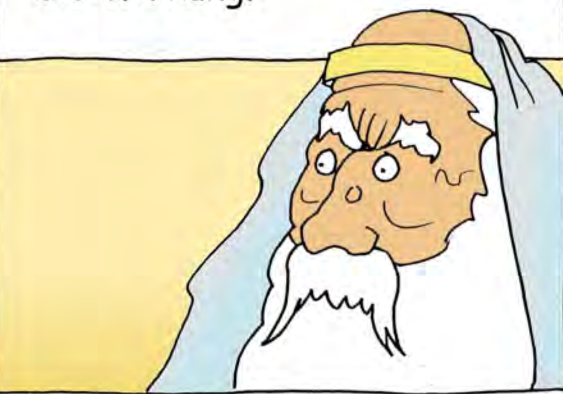


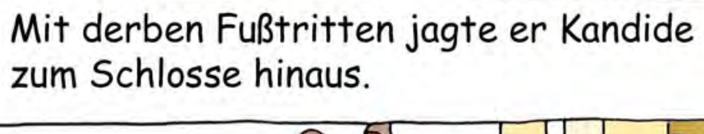
Beim Hereintreten ins Schloß begegnete ihr Kandide; sie ward rot, Kandide auch. Guten Morgen Kandide! stammelte sie. Und Kandide schwatzte mit ihr, ohne zu wissen was.

Seiten 1-3: Adaption des ersten Kapitels der philosophischen Erzählung „Candide" von Voltaire (1694-1778)









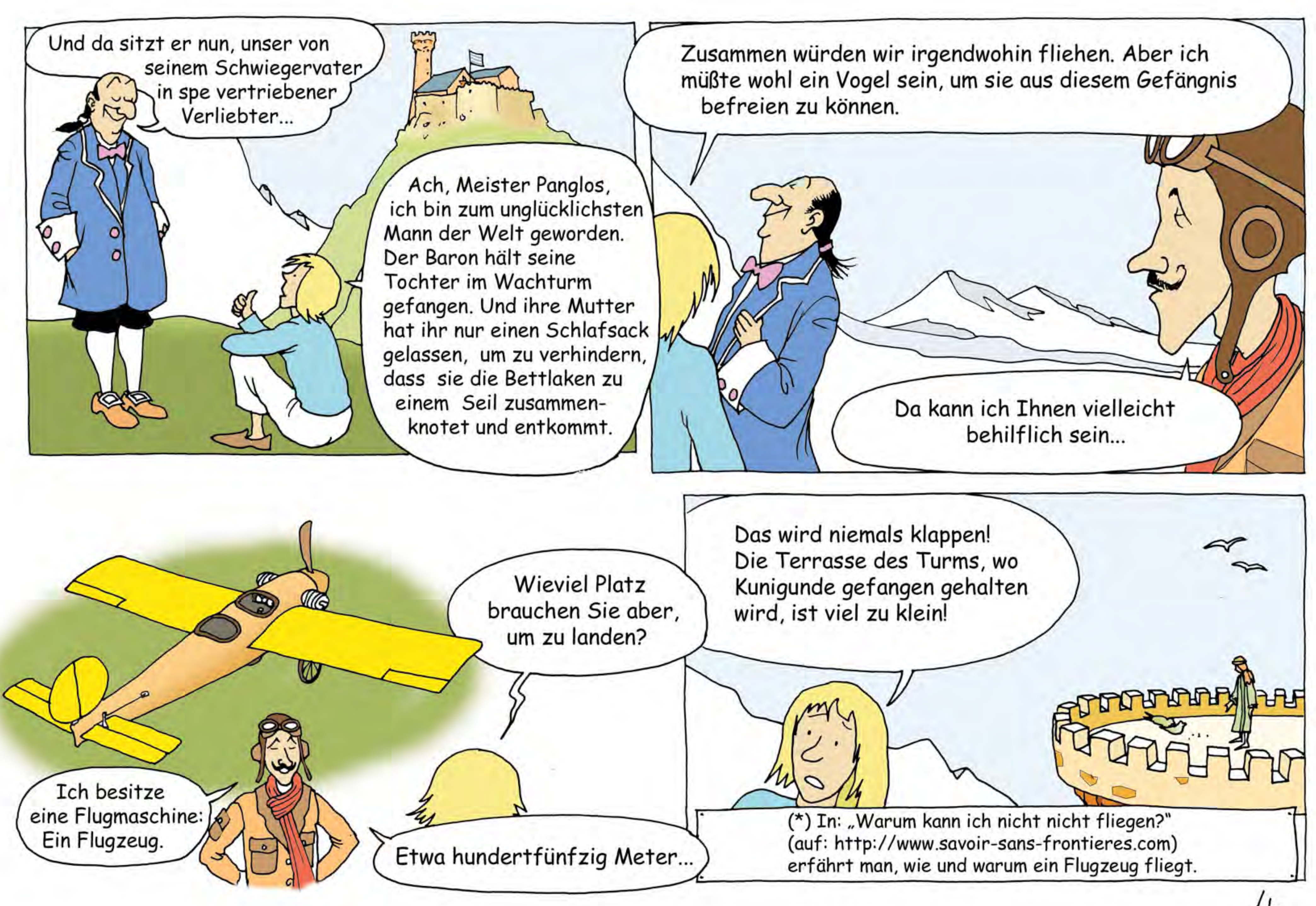


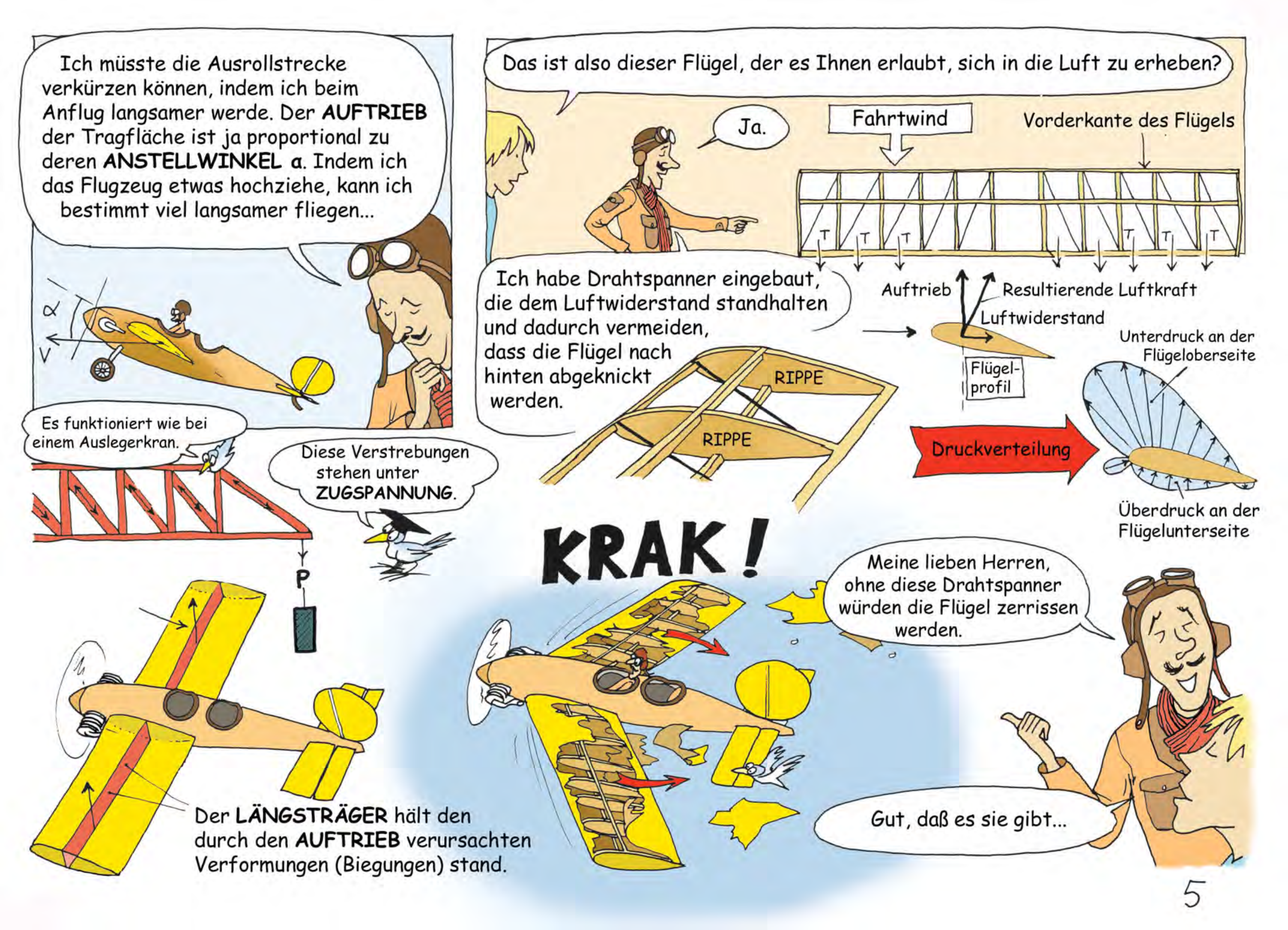
Mit Ohrfeigen brachte die Frau Baronin ihre Tochter wieder zu sich und sperrte sie ganz oben im Wachturm ein.

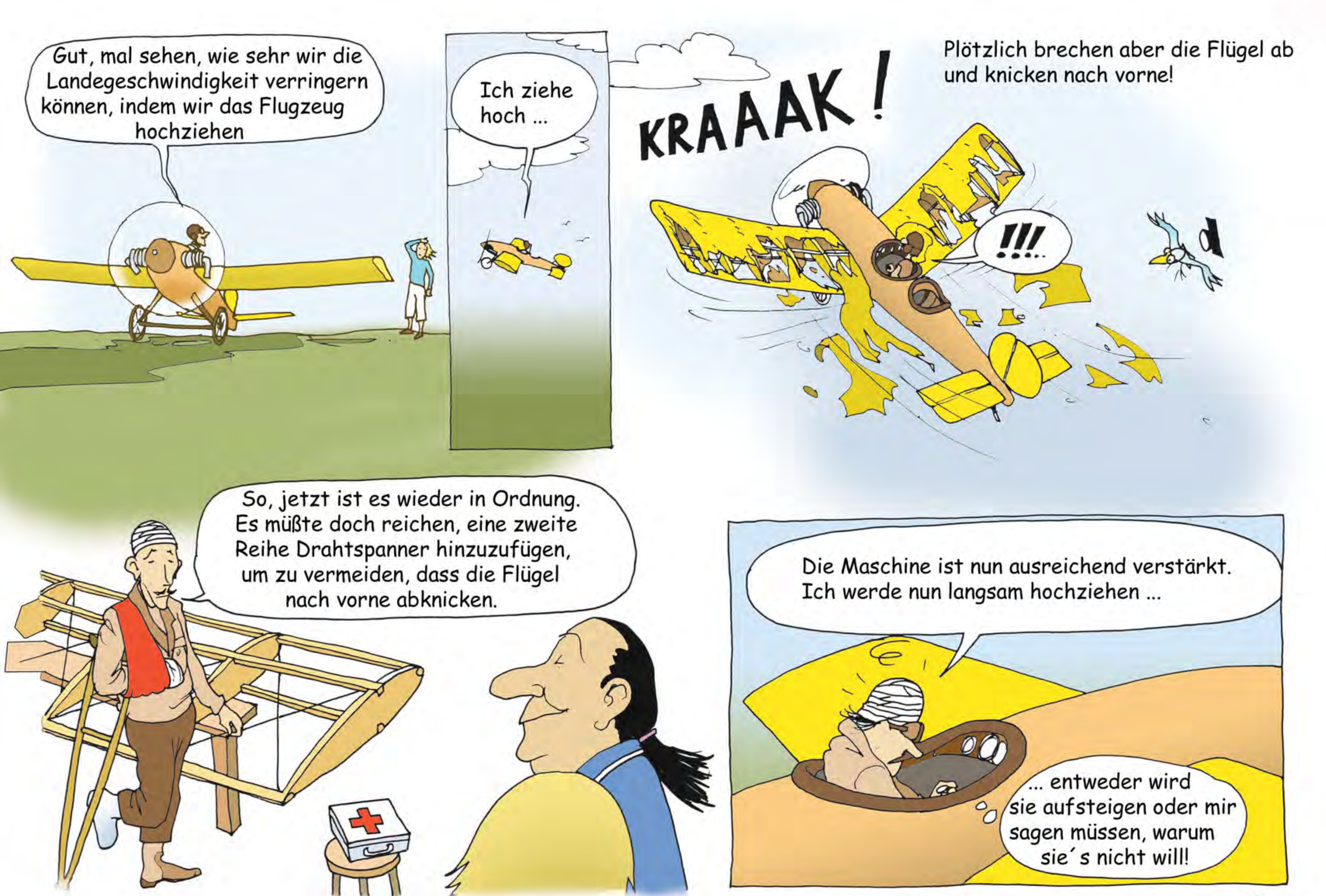


Und allgemeine Bestürzung herrschte in dem schönsten aller möglichen Schlösser...

Deutsche Übersetzungen: „Kandide oder der Optimismus" und „Kandide oder die beste aller Welten".


Und da sitzt er nun, unser von seinem Schwiegervater in spe vertriebener Verliebter...
Ach, Meister Panglos, ich bin zum unglücklichsten Mann der Welt geworden. Der Baron hält seine Tochter im Wachturm gefangen. Und ihre Mutter hat ihr nur einen Schlafsack gelassen, um zu verhindern, dass sie die Bettlaken zu einem Seil zusammen-knotet und entkommt.
Zusammen würden wir irgendwohin fliehen. Aber ich müßte wohl ein Vogel sein, um sie aus diesem Gefängnis befreien zu können.
Da kann ich Ihnen vielleicht behilflich sein...
Ich besitze eine Flugmaschine: Ein Flugzeug.
Wieviel Platz brauchen Sie aber, um zu landen?
Etwa hundertfünfzig Meter...
Das wird niemals klappen! Die Terrasse des Turms, wo Kunigunde gefangen gehalten wird, ist viel zu klein!
(*) In: „Warum kann ich nicht nicht fliegen?" (auf: http://www.savoir-sans-frontieres.com) erfährt man, wie und warum ein Flugzeug fliegt.


Ich müsste die Ausrollstrecke verkürzen können, indem ich beim Anflug langsamer werde. Der AUFTRIEB der Tragfläche ist ja proportional zu deren ANSTELLWINKEL α. Indem ich das Flugzeug etwas hochziehe, kann ich bestimmt viel langsamer fliegen...
α
V
Es funktioniert wie bei einem Auslegerkran.
Diese Verstrebungen stehen unter ZUGSPANNUNG.
P
Das ist also dieser Flügel, der es Ihnen erlaubt, sich in die Luft zu erheben?
Ja.
Fahrtwind
Vorderkante des Flügels
T
Auftrieb
Resultierende Luftkraft
Luftwiderstand
Flügel-profil
Ich habe Drahtspanner eingebaut, die dem Luftwiderstand standhalten und dadurch vermeiden, dass die Flügel nach hinten abgeknickt werden.
RIPPE
RIPPE
Unterdruck an der Flügeloberseite
Druckverteilung
Überdruck an der Flügelunterseite
KRAK!
Meine lieben Herren, ohne diese Drahtspanner würden die Flügel zerrissen werden.
Gut, daß es sie gibt...
Der LÄNGSTRÄGER hält den durch den AUFTRIEB verursachten Verformungen (Biegungen) stand.


Gut, mal sehen, wie sehr wir die Landegeschwindigkeit verringern können, indem wir das Flugzeug hochziehen
Ich ziehe hoch ...
KRAAAK !
Plötzlich brechen aber die Flügel ab und knicken nach vorne!
!!!
So, jetzt ist es wieder in Ordnung. Es müßte doch reichen, eine zweite Reihe Drahtspanner hinzuzufügen, um zu vermeiden, dass die Flügel nach vorne abknicken.
Die Maschine ist nun ausreichend verstärkt. Ich werde nun langsam hochziehen ...
... entweder wird sie aufsteigen oder mir sagen müssen, warum sie´s nicht will!





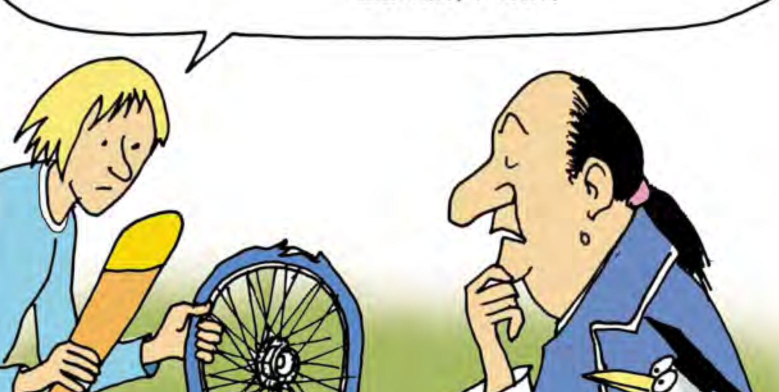
Nanu!?! Ich falle wie ein Stein!!!

DER STRÖMUNGSABRISS

Diesmal haben Sie wirklich Glück gehabt, dass sich dieser Heuhaufen gerade unter Ihnen befand!

Was ist geschehen?

Ich weiß es nicht. Der Auftrieb war ab einem bestimmten Winkel plötzlich verschwunden!?!

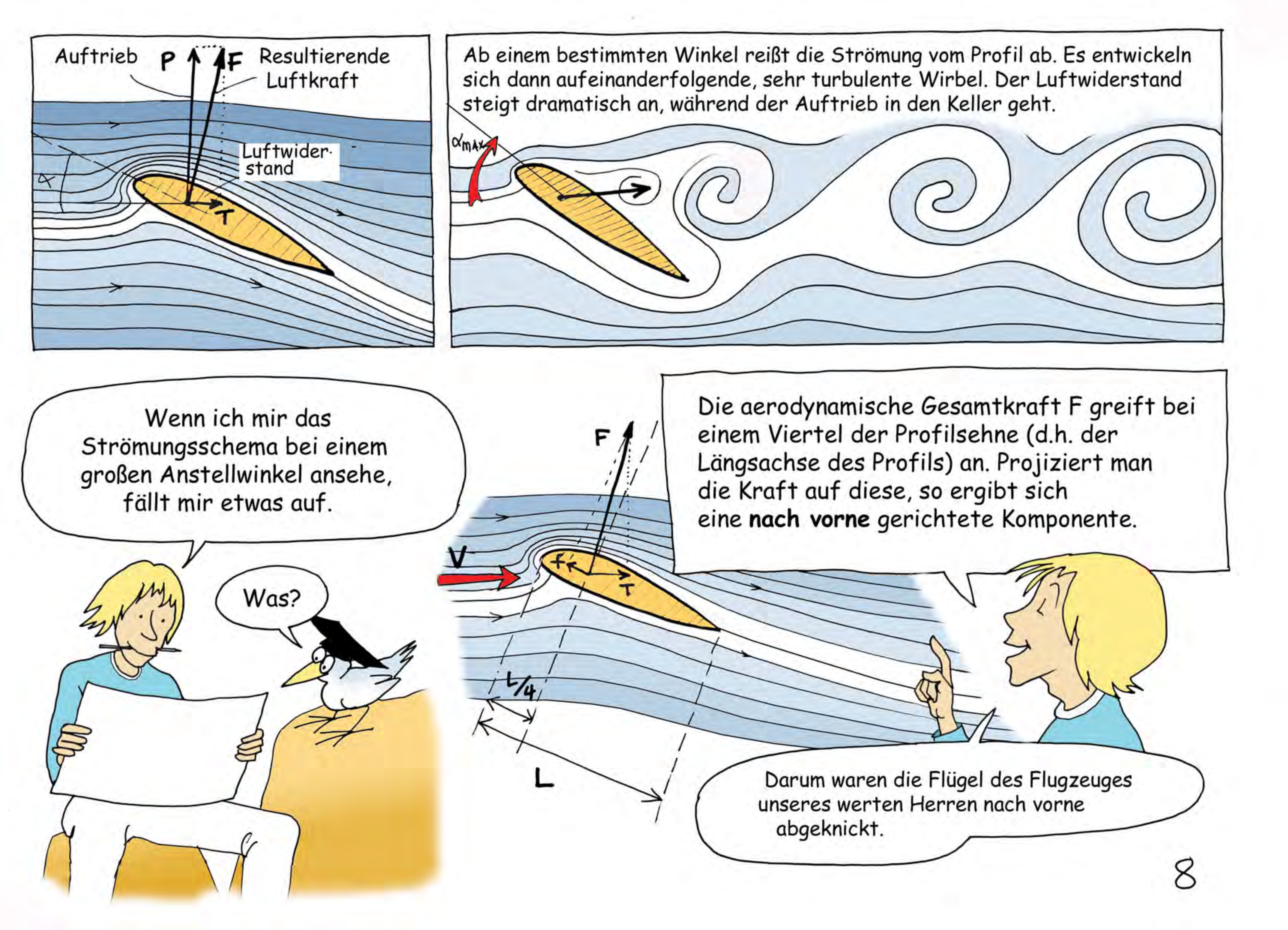


In „Warum kann ich nicht fliegen" (*) wird darüber kein Wort verloren. Man erfährt nur, daß ein Auftrieb zustande kommt, wenn eine regelmäßige Strömung nach unten abgelenkt wird.

F

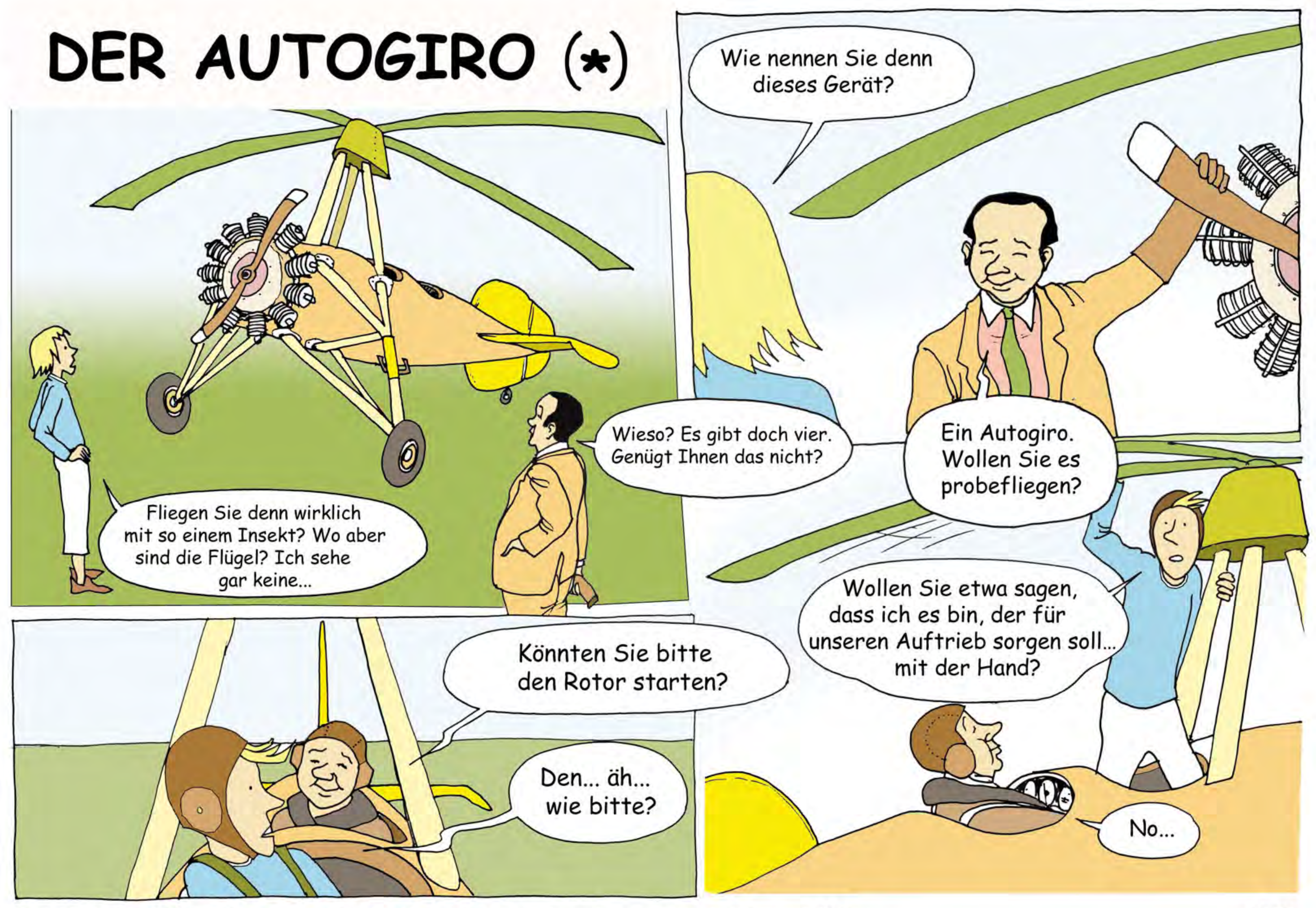
Es bleibt nun nichts übrig, als den Anstellwinkel zu vergrößern

(*) Vgl. http://www.savoir-sans-frontieres.com


Auftrieb
P
F
Resultierende Luftkraft
Luftwiderstand
Ab einem bestimmten Winkel reißt die Strömung vom Profil ab. Es entwickeln sich dann aufeinanderfolgende, sehr turbulente Wirbel. Der Luftwiderstand steigt dramatisch an, während der Auftrieb in den Keller geht.
Wenn ich mir das Strömungsschema bei einem großen Anstellwinkel ansehe, fällt mir etwas auf.
Was?
Die aerodynamische Gesamtkraft F greift bei einem Viertel der Profilsehne (d.h. der Längsachse des Profils) an. Projiziert man die Kraft auf diese, so ergibt sich eine **nach vorne** gerichtete Komponente.
F
V
L/4
L
Darum waren die Flügel des Flugzeuges unseres werten Herren nach vorne abgeknickt.



Indes schrieb Kunigunde Brief um Brief an Kandide...
...aber ihre Worte waren derart vor Leidenschaft glühend, dass sich die Briefe entzündeten, bevor sie den Boden erreichten.
Boah hey!
Ein Luftballon vielleicht? Das kann doch nicht gehen! Ich würde doch den Turm verfehlen.
Es scheint ausweglos zu sein...
Señor...
...mein Name ist Juan de la Cierva. Können sie mir bitte zeigen, wo eine Toilette ist?
Gott im Himmel! Was ist denn das für ein Ding?



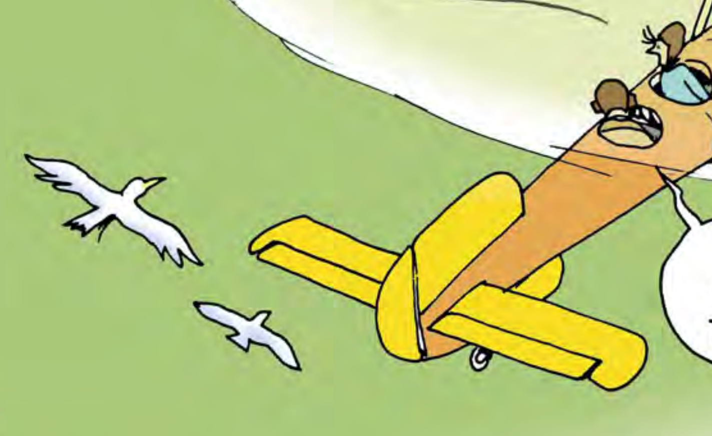
(*) Auch Drehflügelflugzeug oder (seltener) Tragschrauber genannt. (Anm. d. Ü.)


Meine Güte, der Rotor dreht sich ja von selbst! Wieso denn?
Autorotación...


Und nun heben wir ab!!! Wie kann das sein?!?


Bitte schnell zum Schloß...

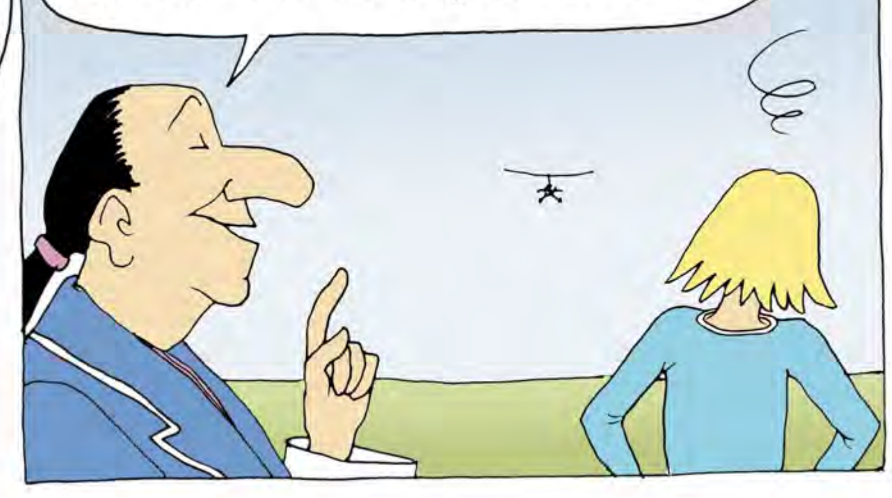



Meine liebe Kunigunde! Dort unten müßte sie sein...
Können Sie auf dieser Terrasse landen?
Ein Autogiro benötigt zwar nur eine sehr kurze Landebahn, diese Terrasse ist aber wirklich zu klein!




Ach, Meister Panglos, mit der fantastischen Maschine des Herrn de la Cierva bin ich über das Schloß und über den Turm geflogen, wo Kunigunde gefangen gehalten wird.
Ist er das, der da wieder startet?


Ach, welch ein Unglück! Nun fliegt er davon und nimmt all seine Geheimnisse mit! Was ist das für eine mysteriöse Kraft, die den Rotor zum Drehen bringt?


Die Erklärung ist doch einfach: Ein Rotor ist dafür da, um sich zu drehen. Daher besitzt er spezielle Eigenschaften, die eine Drehung begünstigen, und er dreht sich ja auch. Es gibt schließlich keine Wirkung ohne Ursache.


Meister, Ihre Schlussfolgerung ist zwar unangreifbar. Dennoch möchte ich gerne mehr darüber wissen...


Was macht denn nun Kandide?
Ich denke, er will den Windkanal nachbauen, mit dem Herr de la Cierva eine hinreichende Erklärung für diese erstaunliche Erscheinung entdeckt hat.

+2°

Nun habe ich den Rotor des werten Herrn de la Cierva nachgebaut. Der Anstellwinkel der Rotorblätter beträgt **PLUS** zwei Grad.

Der Winkel der Rotorblätter im Verhältnis zum Luftstrom ist tatsächlich POSITIV!

2°

V

Dazu ein senkrechter Windkanal, ein Beruhigungsgitter (*) und eine Rauchquelle...







(*) So heißt das Gitter zur Beseitigung der Turbulenzen. (Anm. d. Ü.)

AUTOROTATION

Wenn der Winkel des Rotorblattes im Verhältnis zur Richtung der **RESULTIERENDEN ANSTRÖMUNG** verkleinert wird, legt sich die Strömung wieder an das Profil des Blattes an (Bild **C**). Die sich ergebende Kraft (**f**-Komponente) treibt das Blatt nach vorne. In **D** wird diese Kraft null, in **E** kehrt sie sich um. Die f-Komponente bremst dann die Bewegung des Rotorblattes.

A

B

f

Wiederanlegen der Strömung,

C

Antriebsbereich

f=o

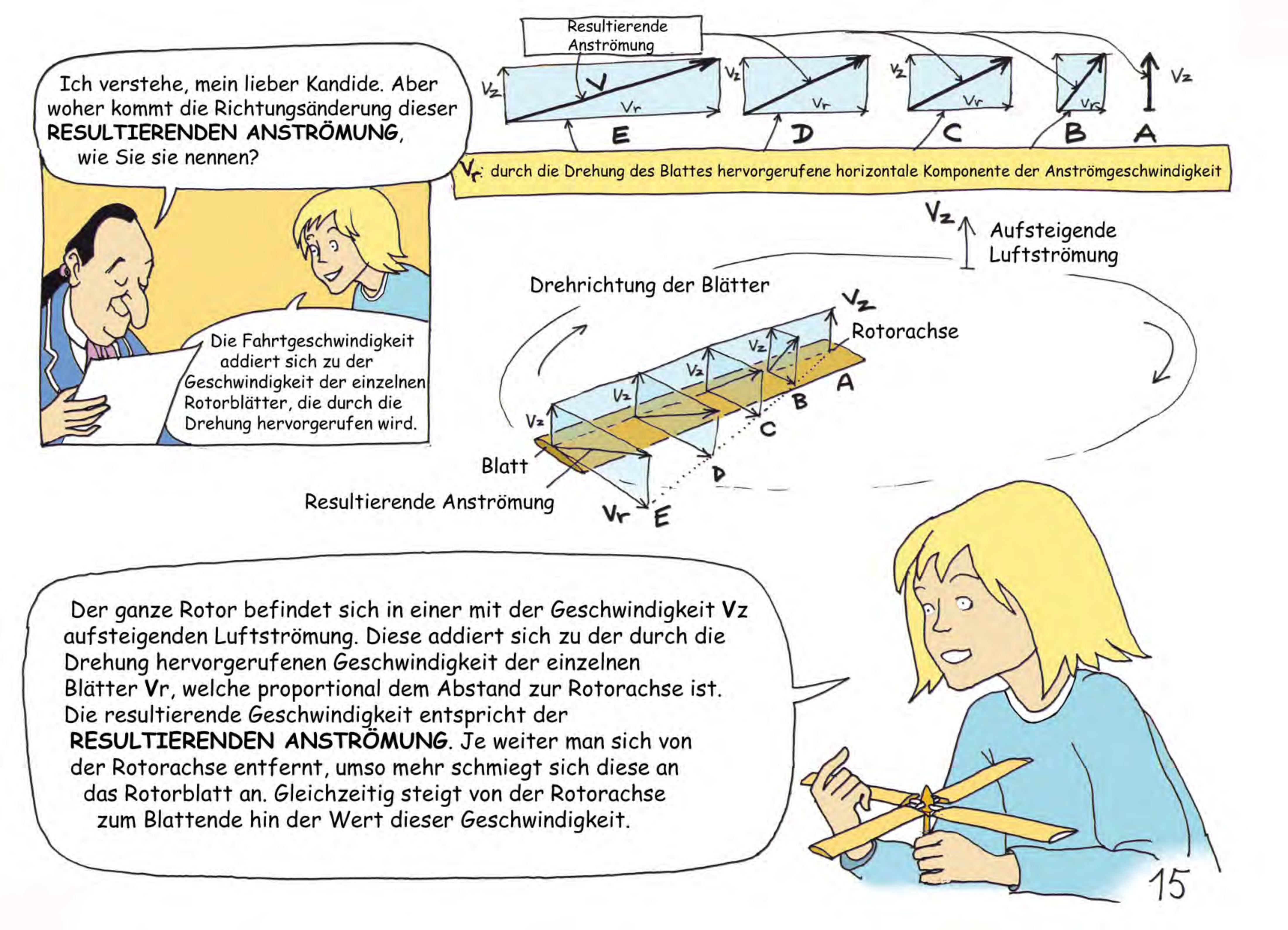
„Neutraler" Bereich,

D

f

Widerstands-anteil

E


Ich verstehe, mein lieber Kandide. Aber woher kommt die Richtungsänderung dieser **RESULTIERENDEN ANSTRÖMUNG**, wie Sie sie nennen?
Resultierende Anströmung
V
Vz
Vr
E
D
C
B
A
Vr: durch die Drehung des Blattes hervorgerufene horizontale Komponente der Anströmgeschwindigkeit
Die Fahrtgeschwindigkeit addiert sich zu der Geschwindigkeit der einzelnen Rotorblätter, die durch die Drehung hervorgerufen wird.
Vz
Aufsteigende Luftströmung
Drehrichtung der Blätter
Rotorachse
Blatt
Resultierende Anströmung
Der ganze Rotor befindet sich in einer mit der Geschwindigkeit **Vz** aufsteigenden Luftströmung. Diese addiert sich zu der durch die Drehung hervorgerufenen Geschwindigkeit der einzelnen Blätter **Vr**, welche proportional dem Abstand zur Rotorachse ist. Die resultierende Geschwindigkeit entspricht der **RESULTIERENDEN ANSTRÖMUNG**. Je weiter man sich von der Rotorachse entfernt, umso mehr schmiegt sich diese an das Rotorblatt an. Gleichzeitig steigt von der Rotorachse zum Blattende hin der Wert dieser Geschwindigkeit.

Je nach dem, wie sich der Winkel der **RESULTIERENDEN ANSTRÖMUNG** zum Blatt verhält, bekommt man sehr unterschiedliche Strömungen. Um das sichtbar zu machen, habe ich an dem Rotorblatt einen dünnen Schlauch befestigt, der Rauch erzeugt. Und das sind die Ergebnisse, die ich so auf diese Weise bekommen habe.



In **A** und in **B** „reißt die Strömung ab“: Das Blatt erzeugt starke Wirbel. In **C** legt sich die Strömung wieder an das Profil an. Die resultierende Kraft treibt das Blatt nach vorne (grau: Antriebsbereich).

Blatt

Resultierende Anströmung

V_2

A B C D E

F

f

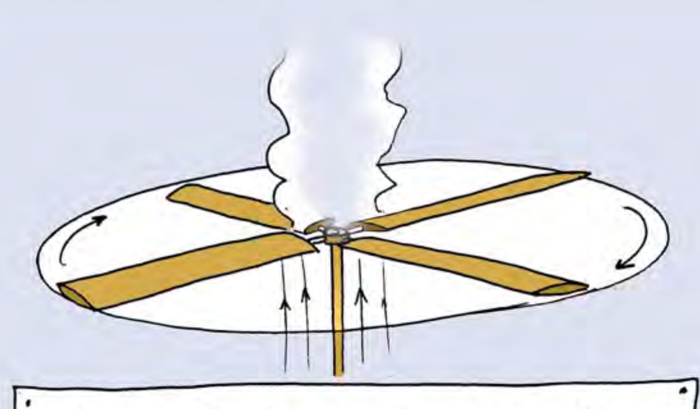
f=0

Antriebsbereich

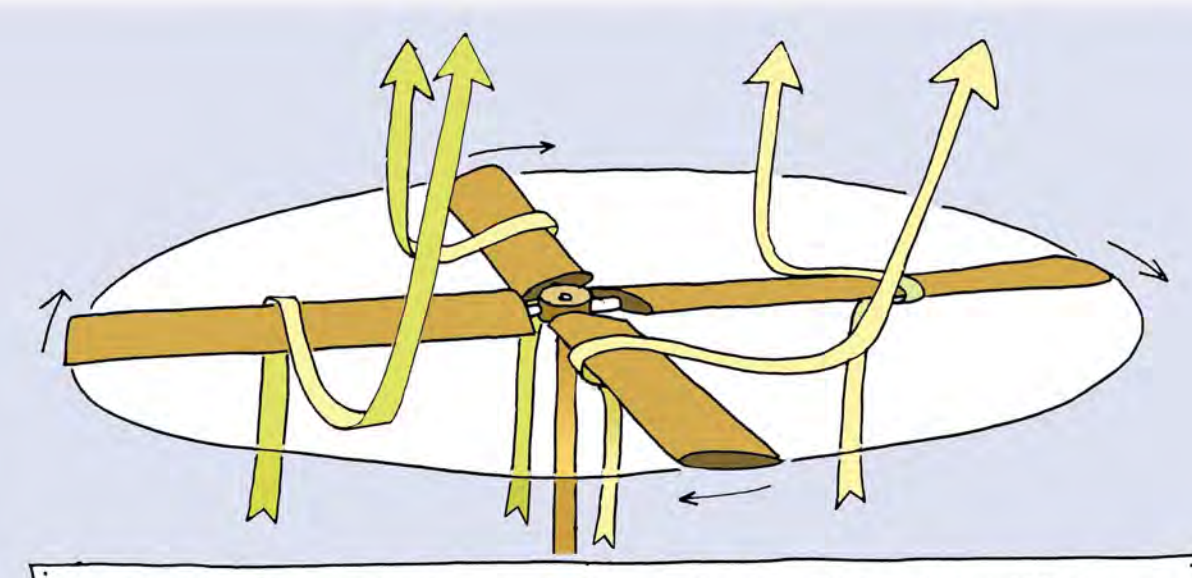
Widerstandsbereich (funktioniert wie ein Propeller)

In **E** neigt die aerodynamische Kraft, die immer noch nach oben gerichtet ist, dazu, die Bewegung des Rotorblattes zu bremsen. Das Bild **D** stellt den Grenzfall (f=0) dar. In diesem Zustand der **AUTOROTATION** stellt das gestreifte Stück den Antriebsbereich dar, während der äußere Teil des Blattes die Bewegung bremst. Der **EIGENSTABILE** Zustand setzt ein.

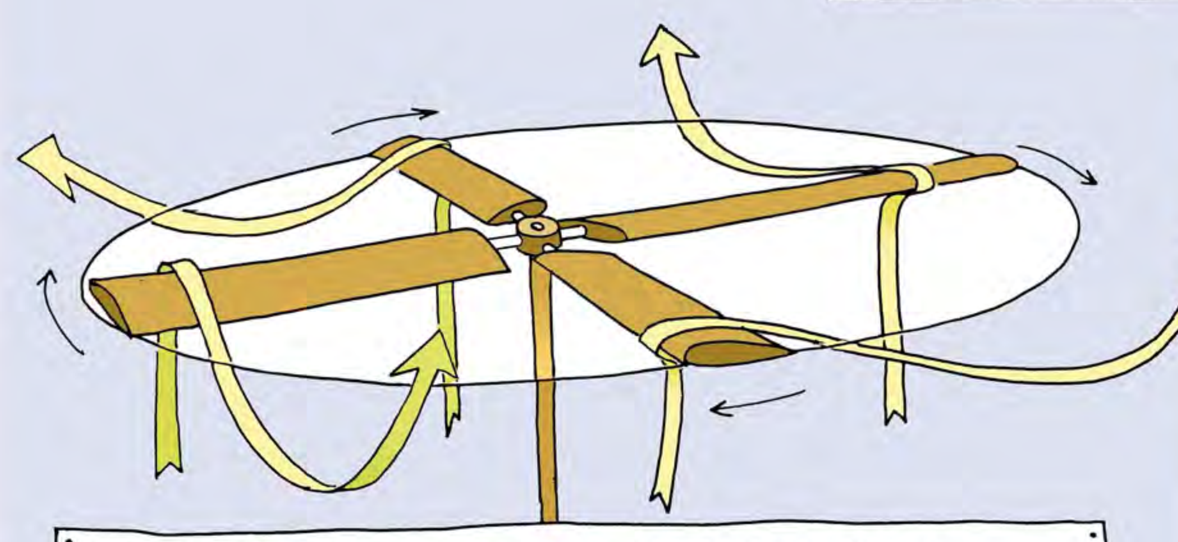
Und das alles hat Juan de la Cierva im Windkanal ausgetüftelt.



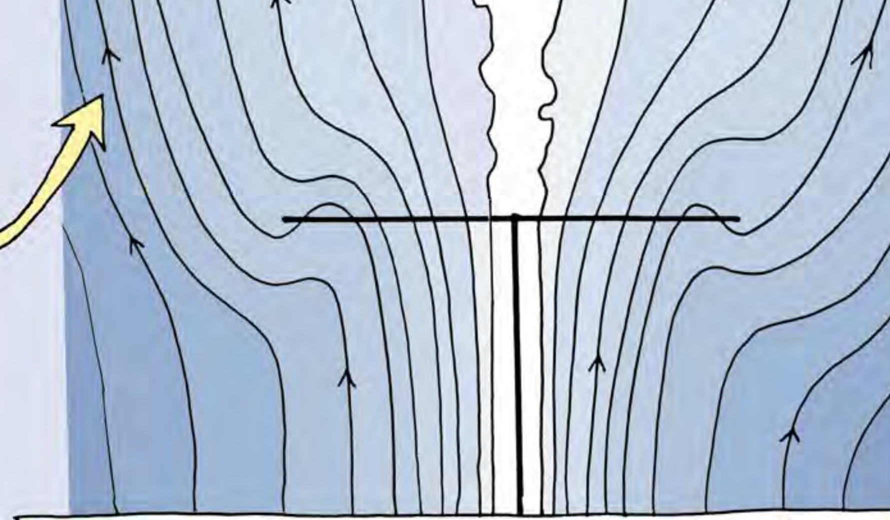
Oberhalb des Zentrums „reißt die Strömung ab“. Es entwickeln sich starke Turbulenzen.



Hier legt sich die Strömung wieder an das Profil der Rotorblätter an.



An der Peripherie wird ein Impuls auf die Luftmasse übertragen und diese wird nach unten abgelenkt (**INDUZIERTE GESCHWINDIGKEIT**). Der Impuls reicht aus, um die Luft aus der Scheibe heraus zu treiben, die durch den Rotor gezeichnet wird.

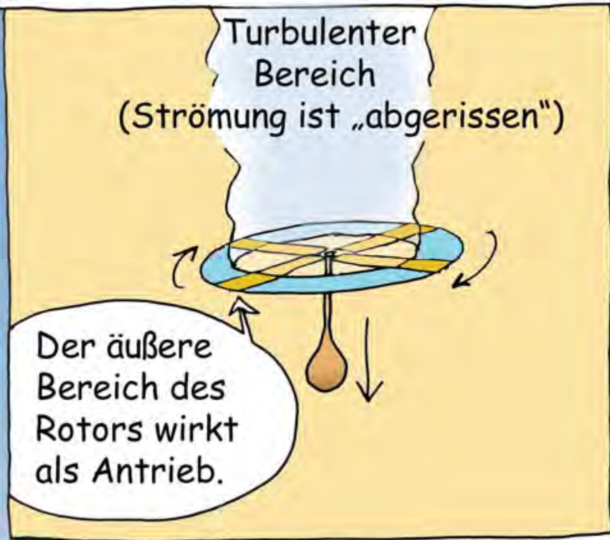


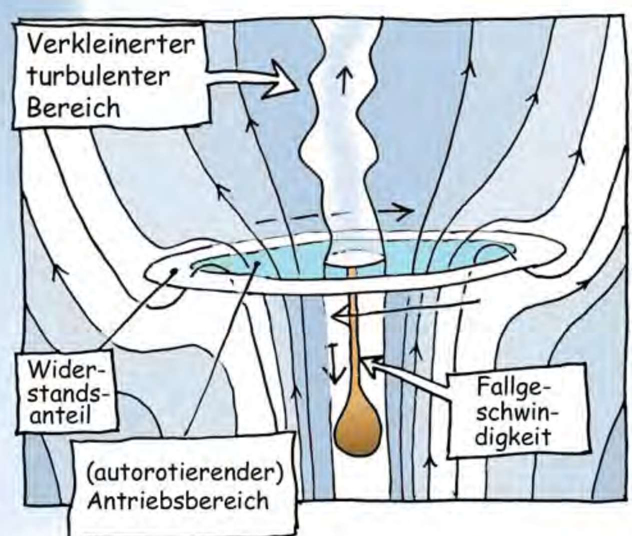
Für die Gesamtströmung ergibt sich also obiges, seltsam anmutendes Bild.

Schauen Sie mal, Meister Panglos. Ich lasse dieses kleine Modell aus dem Fenster fallen, nachdem ich ihm einen kleinen Impuls mitgegeben habe.

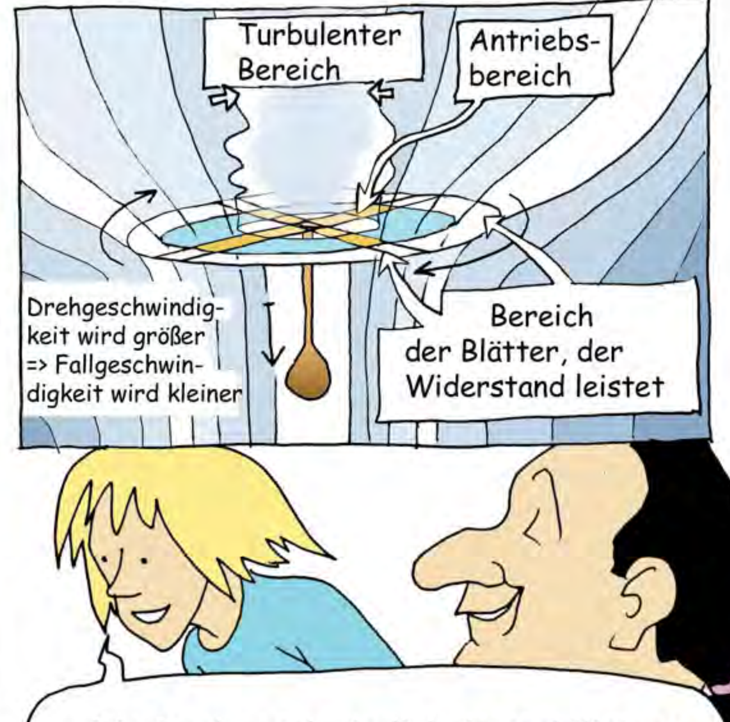


Nun ja, um sicherzustellen, daß sich der äußere Teil des Rotors schnell genug dreht, damit die Strömung wieder dem Profil der Blätter folgt. Dann wirkt dieser Bereich wie ein Motor und die Drehung wird beschleunigt.





Der turbulente, bremsende Bereich wird umso kleiner, je größer die Drehgeschwindigkeit wird. Am äußeren Rand der Blätter erscheint dann ein Bereich, der die Bewegung bremst.



Die Drehgeschwindigkeit stabilisiert sich, wenn sich beide Drehmomente die Waage halten. Die Autorotation ist dann voll im Gange und die Fallgeschwindigkeit ist minimal.

Eine ähnliche Strömung würde man bekommen, wenn man eine sich nicht drehende, gelochte Scheibe fallen lassen würde, deren Löcher vom Zentrum zum Rand hin immer kleinere Durchmesser hätten, was also Bereiche mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten definieren würde.

Die Geschäftsleitung

Große Löcher: Turbulente Luftströmung

Scheibe dreht sich nicht

„Poröser" Bereich

Keine Löcher: Die Strömung umgeht die Scheibe

Was wäre geschehen, wenn Sie anfangs nicht genügend Drehimpuls gegeben hätten?

Dann wäre die Geschwindigkeit am Rande der Blätter zu klein geblieben, als daß die Strömung deren Profil hätte folgen können. Daher hätte sich kein Antrieb und keine Autorotation ergeben: Das Modell wäre wie ein Stein herunter gefallen!

Einen Augenblick lang dachte ich, Fräulein Kunigunde hätte vielleicht so fliehen können. Aber ich glaube eher, dies wäre der beste Weg, sich alle Knochen zu brechen!

Und der Autogiro?

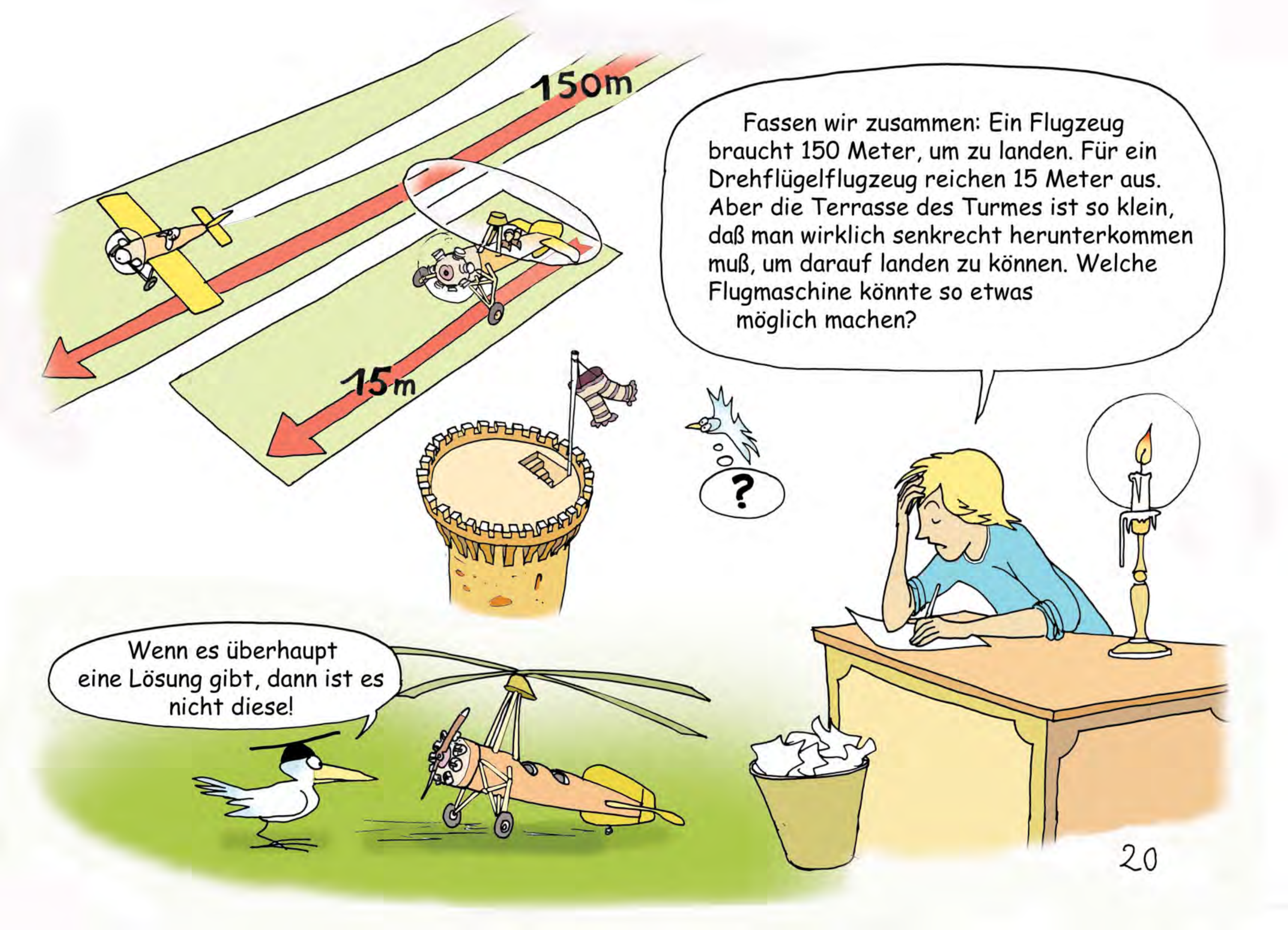
Und er dreht sich doch. (*)

Alles in Allem ähnelt der Autogiro einem Drachen, dessen Bespannung eine Durchlässigkeit hat, die vom Zentrum zum Rand hin abnimmt und der in der Mitte ein großes Loch hat, durch das die verwirbelte Luft hindurchströmen kann.

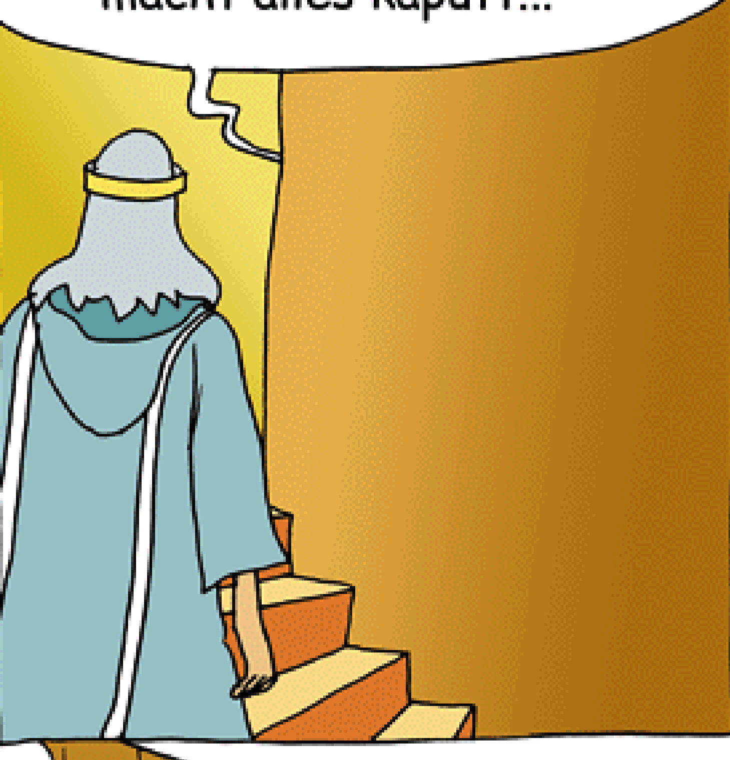


Nun, da das Rätsel der Selbstdrehung seines Rotors gelüftet ist, bleibt nur, diesen in eine etwas schräge Lage zu versetzen: Der Rotor verhält sich dann wie eine Scheibe mit vom Zentrum zum Rande hin abnehmender Durchlässigkeit.

(*) Et pur se muove (Galilei)


150m
15m
Fassen wir zusammen: Ein Flugzeug braucht 150 Meter, um zu landen. Für ein Drehflügelflugzeug reichen 15 Meter aus. Aber die Terrasse des Turmes ist so klein, daß man wirklich senkrecht herunterkommen muß, um darauf landen zu können. Welche Flugmaschine könnte so etwas möglich machen?
?
Wenn es überhaupt eine Lösung gibt, dann ist es nicht diese!


Kommen Sie schnell, im Turm passiert etwas!
Wie? Was passiert denn nun schon wieder!?


Ich glaube, Kunigunde macht alles kaputt...


Passen Sie auf, Sie treten auf meine Schleppe!


Aber, warum tragen Sie denn solch lange Sachen?


Mein lieber Freund, von Mode verstehen Sie nichts!


Ich **WILL** Kandide heiraten!



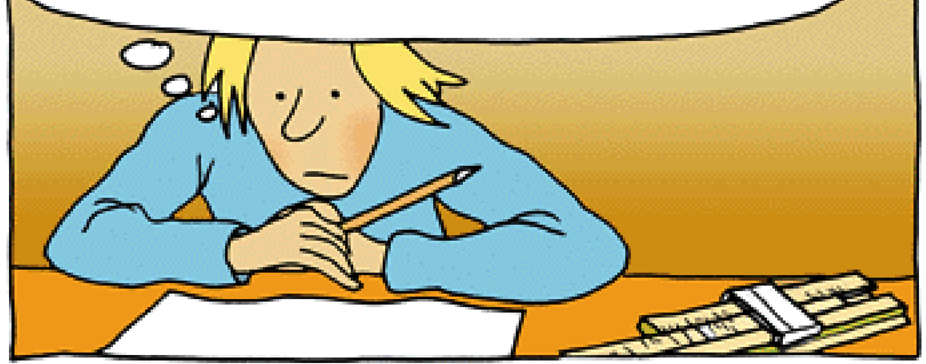

Das kommt nicht in Frage! Nie wird meine Tochter einen einfachen Bürgerlichen heiraten!

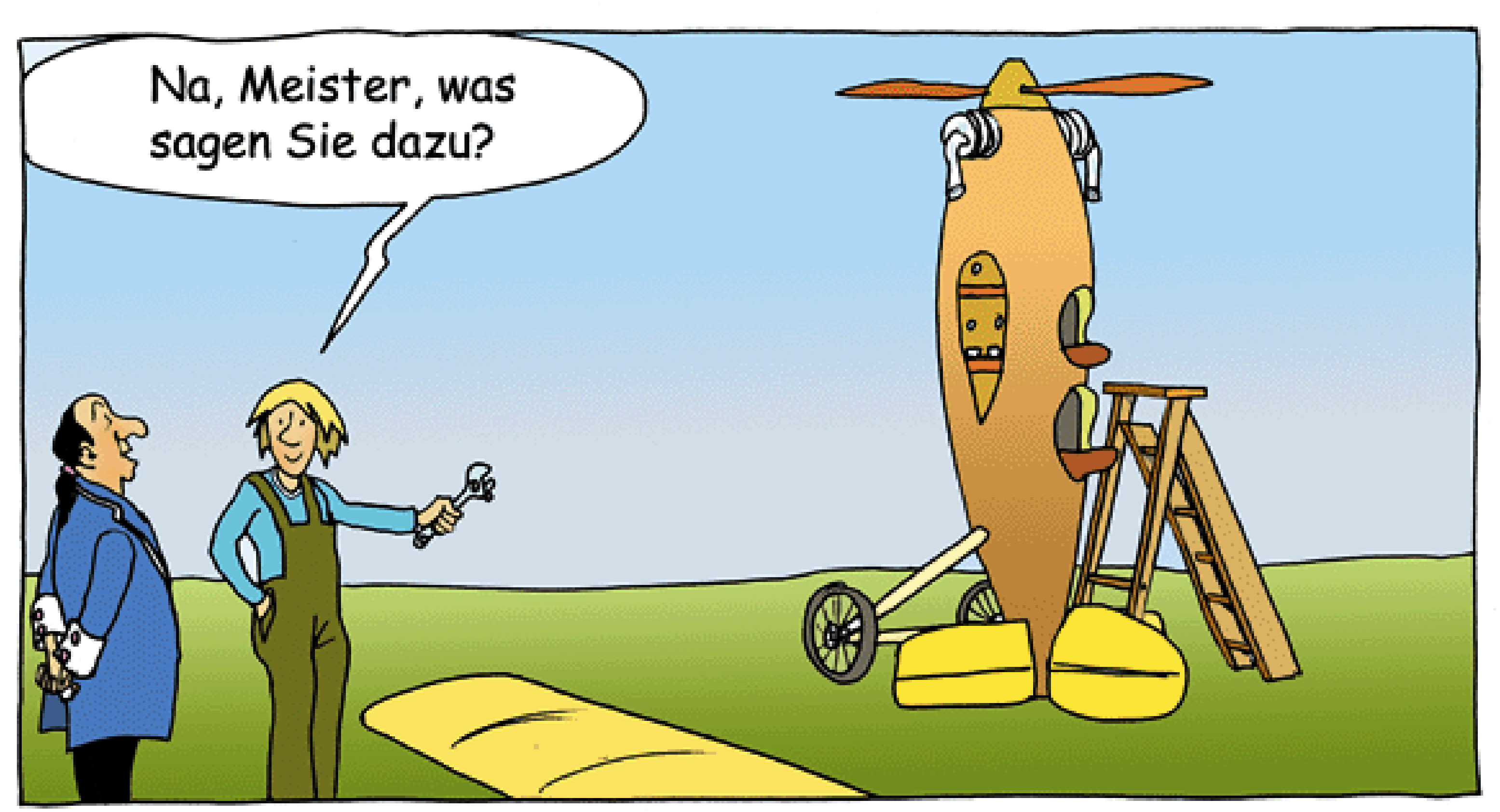

Aber Kandide ist kein Bürgerlicher! Er ist der Sohn einer Ihrer Verwandten!
...und von achtzig Jägern!... Jedenfalls von einem von ihnen!




Aber Vater, diese achtzig Jäger waren alle guter Abstammung!

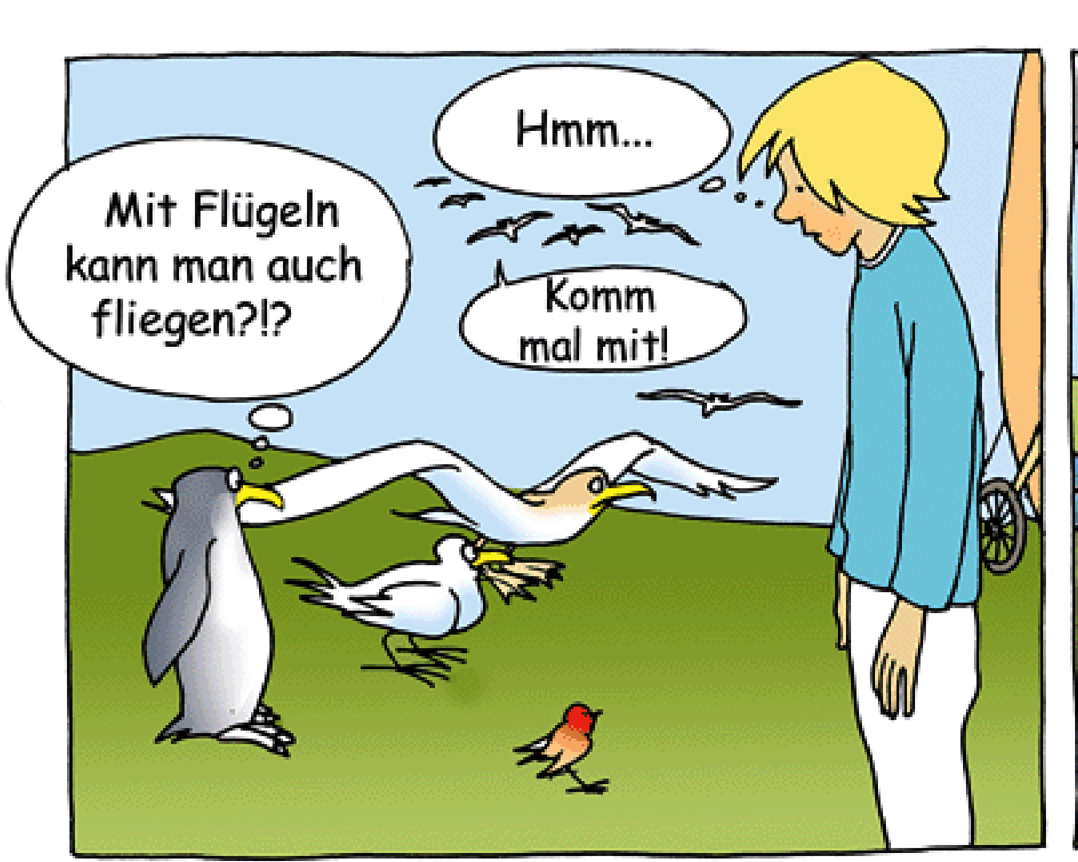

Hmm... Die Stunde der Diplomatie hat noch nicht geschlagen...


Nun ja, dieser Flugzeugführer hatte nicht Unrecht, sein Flugzeug hochziehen zu wollen. Aber besser wäre es, wenn man seinen Propeller für den Vortrieb in eine Vorrichtung für den Auftrieb umwandeln würde. Und wenn schon, dann könnte man gleich die Flügel ganz weglassen.


Na, Meister, was sagen Sie dazu?


Sie können die Leiter wegnehmen. Ich werde nun Vollgas geben.


WROAAR
NICHTS !?!
Fallen Sie nicht auf die Nase! Ich bringe die Leiter zurück...



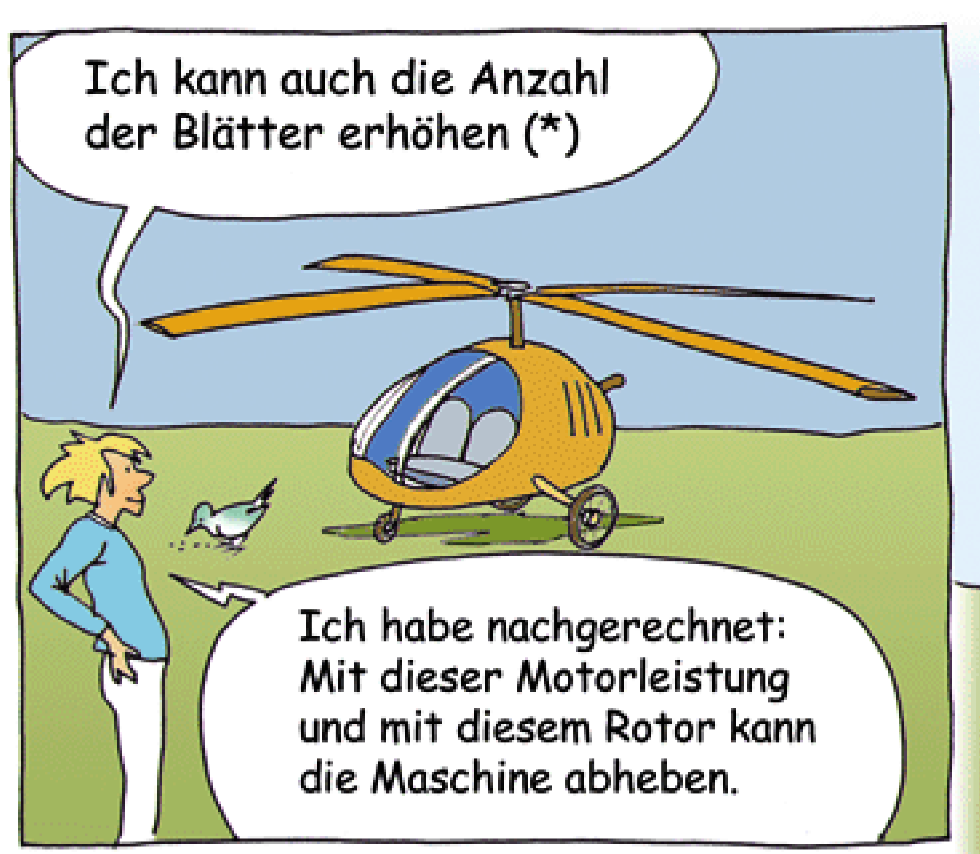


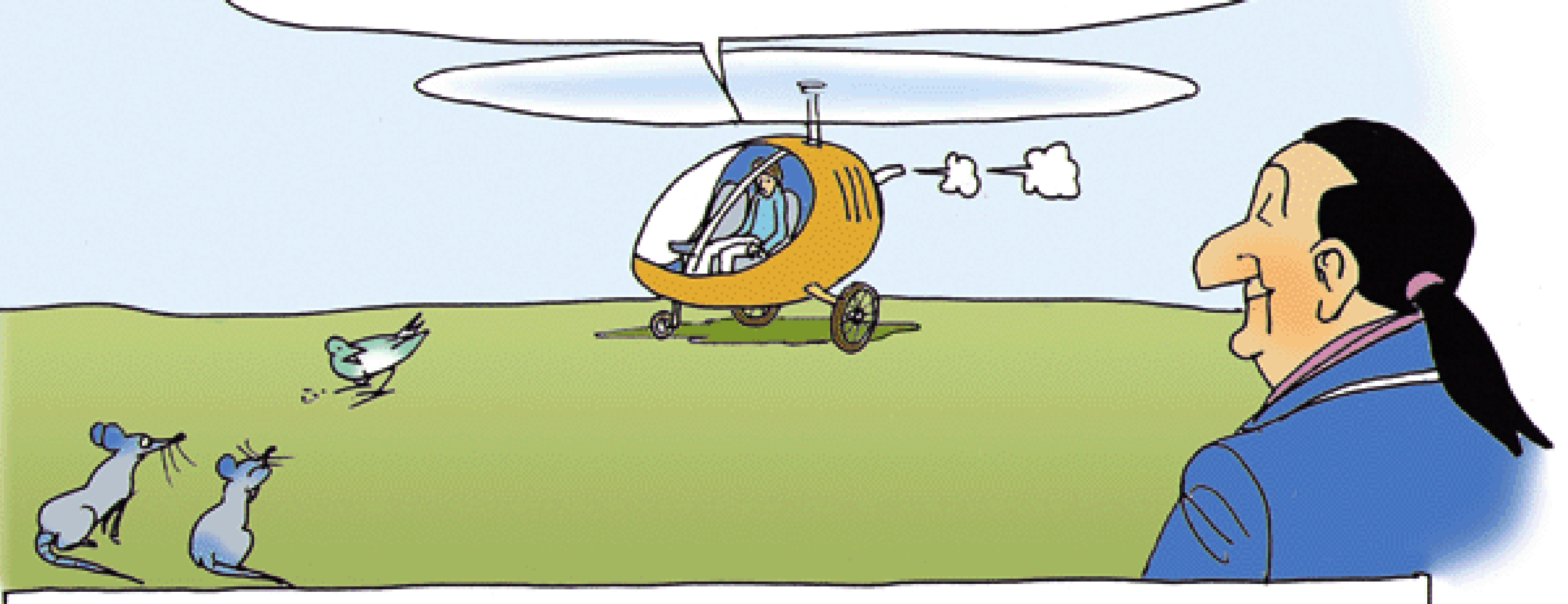


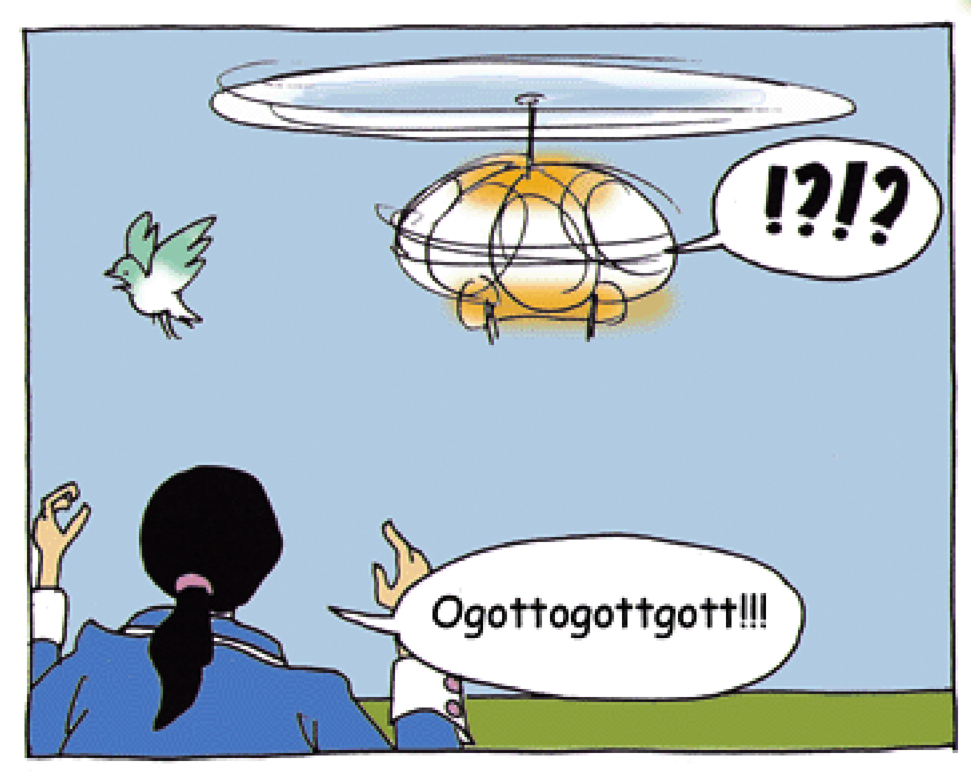
Vielleicht hat auch mein eigener „Pinguin" zu kurze „Flügel". Die Motordrehzahl kann ich auch nicht unbegrenzt hochtreiben, um die Geschwindigkeit der Rotorblätter zu erhöhen. Dabei steigt der Auftrieb im Quadrat der Geschwindigkeit. Einzige Lösung: Die gesamte Tragfläche vergrößern und dabei die Streckung der Blätter beibehalten. Ein Albatros fliegt ja besser, als eine Taube. Ich werde also die Blätter meines Propellers verlängern. Ich nenne das einen **Rotor**.



DAS DREHMOMENT

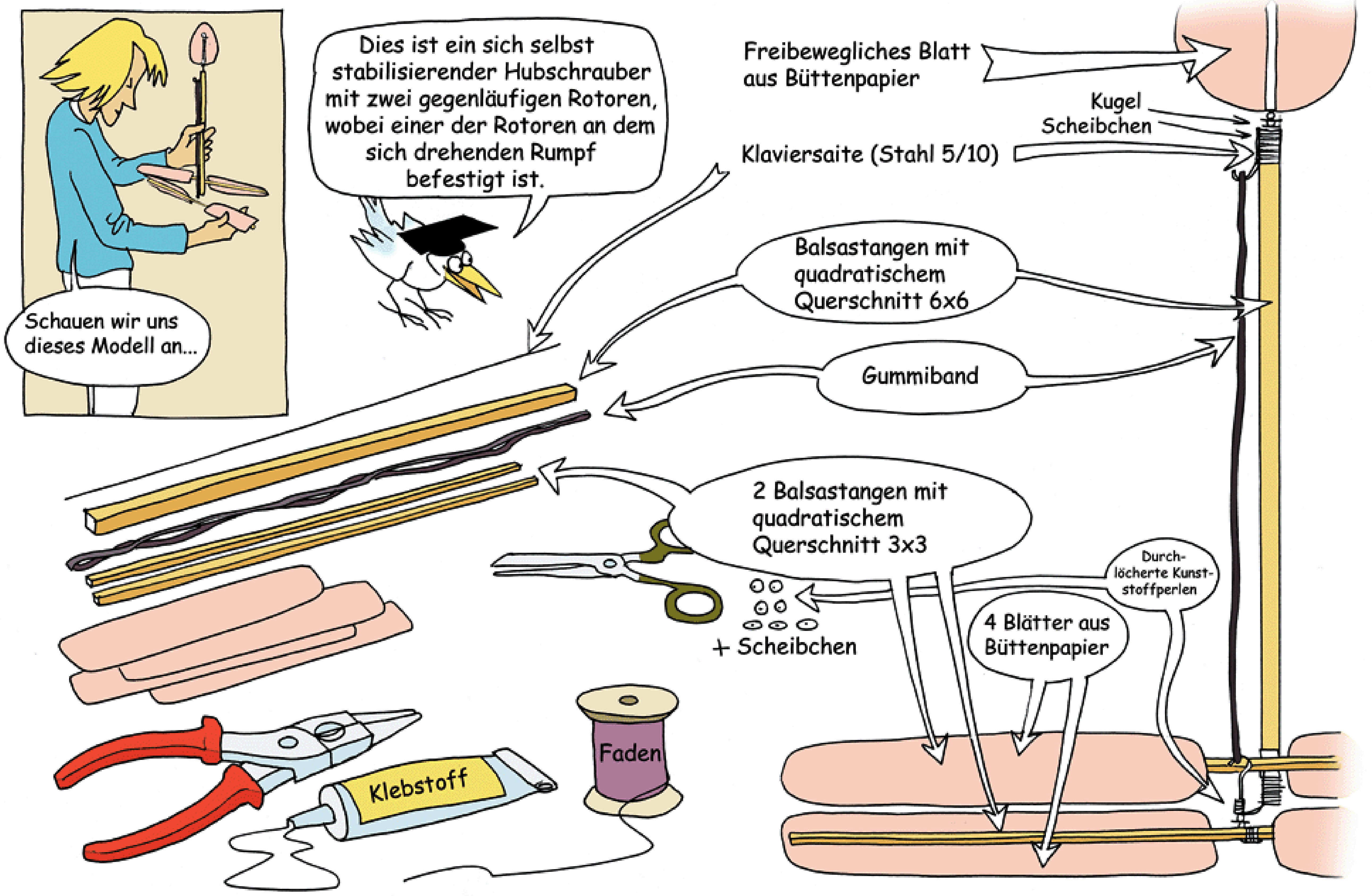






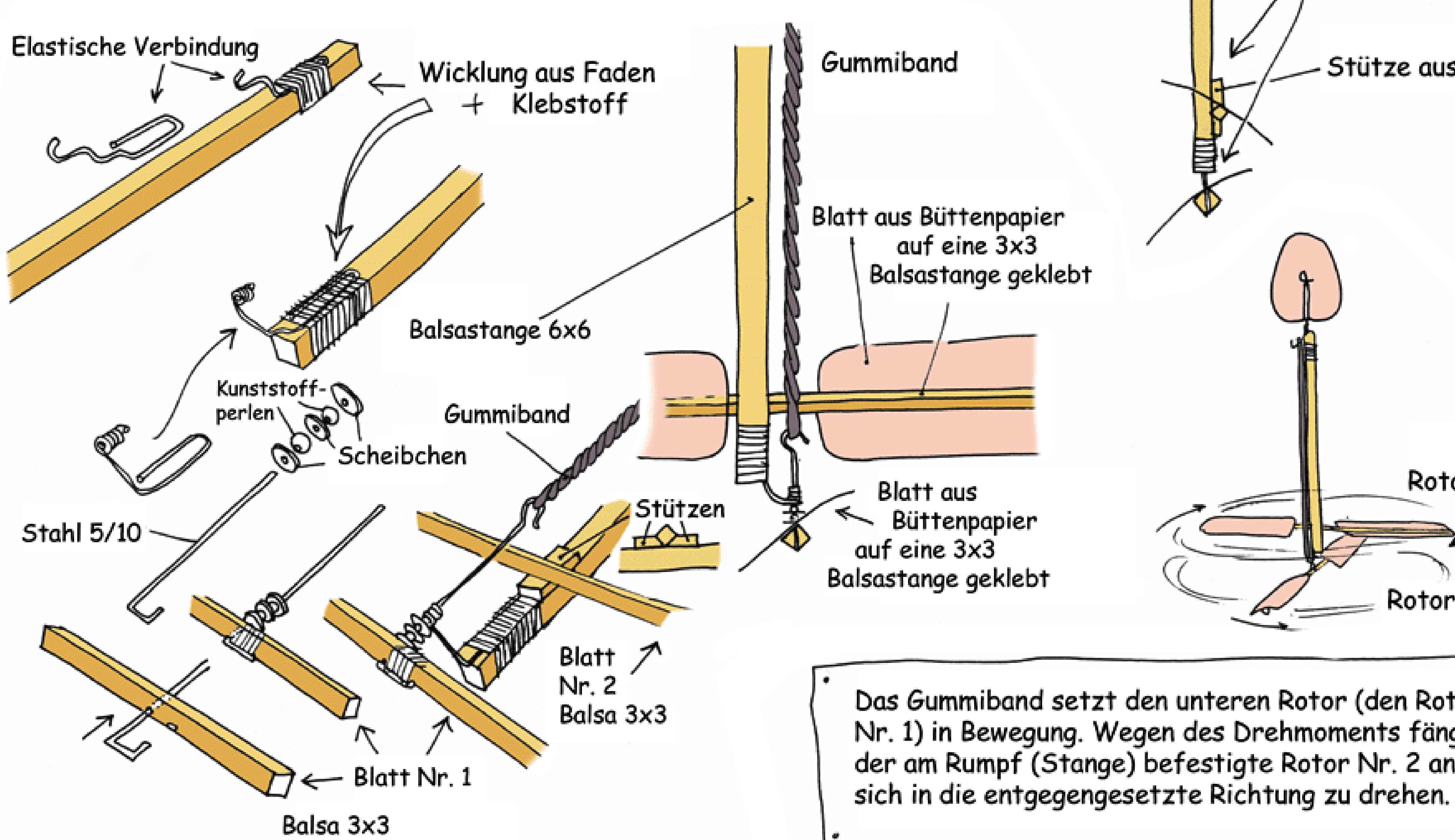


(*) Das Folgende gilt für 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... Blätter.



Schauen wir uns dieses Modell an...
Dies ist ein sich selbst stabilisierender Hubschrauber mit zwei gegenläufigen Rotoren, wobei einer der Rotoren an dem sich drehenden Rumpf befestigt ist.
Freibewegliches Blatt aus Büttenpapier
Kugel
Scheibchen
Klaviersaite (Stahl 5/10)
Balsastangen mit quadratischem Querschnitt 6x6
Gummiband
2 Balsastangen mit quadratischem Querschnitt 3x3
Durch-löcherte Kunst-stoffperlen
+ Scheibchen
4 Blätter aus Büttenpapier
Klebstoff
Faden

Der schwierige Teil besteht darin, eine Wicklung aus Draht herzustellen, indem man zwei Klammern benutzt, so daß folgende Elemente entstehen:



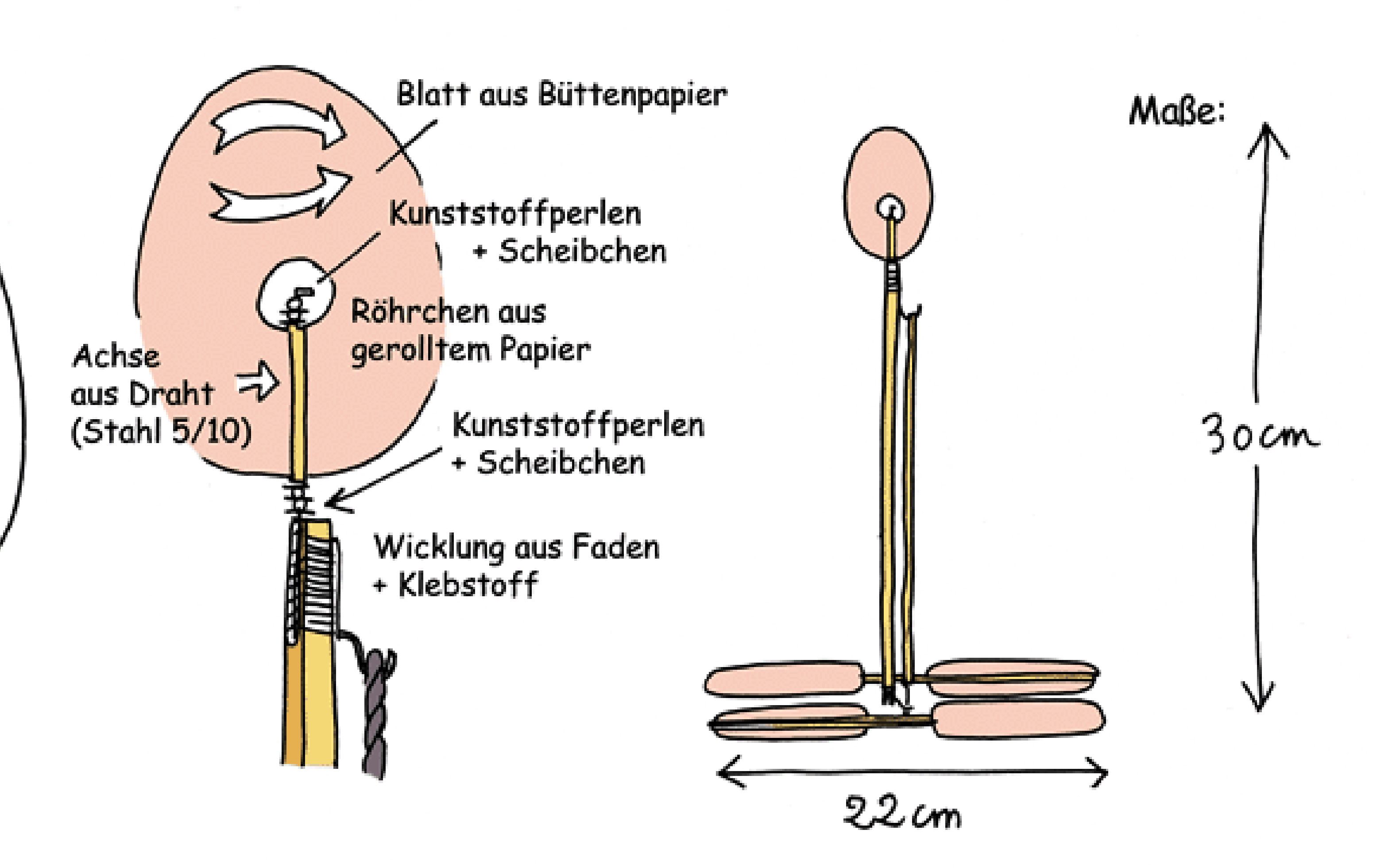
Das Gummiband setzt den unteren Rotor (den Rotor Nr. 1) in Bewegung. Wegen des Drehmoments fängt der am Rumpf (Stange) befestigte Rotor Nr. 2 an, sich in die entgegengesetzte Richtung zu drehen.

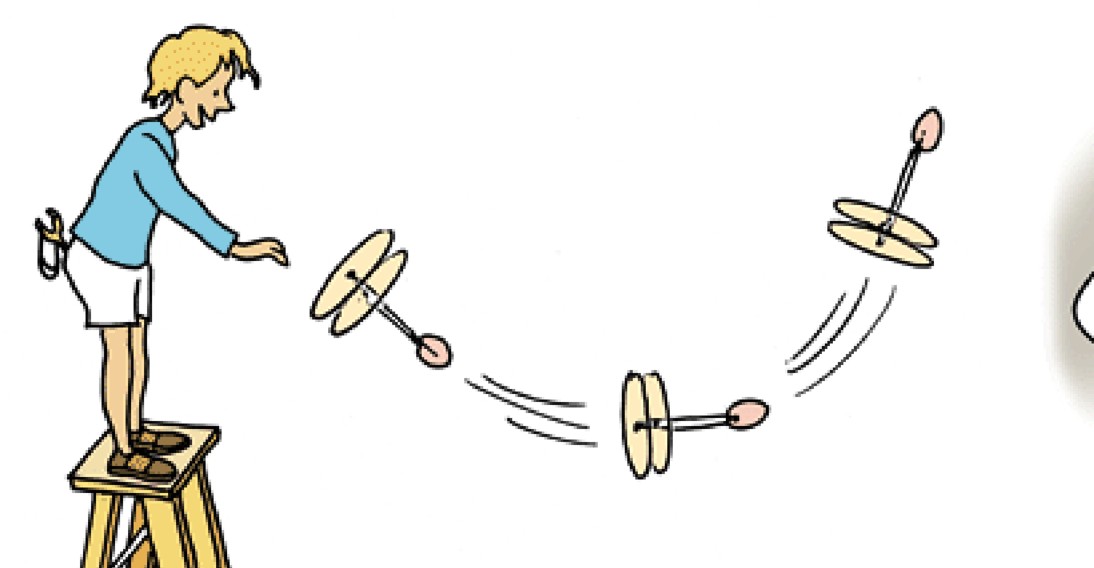
Montage des oberen Blattes, welches das Gerät eigenstabil macht.

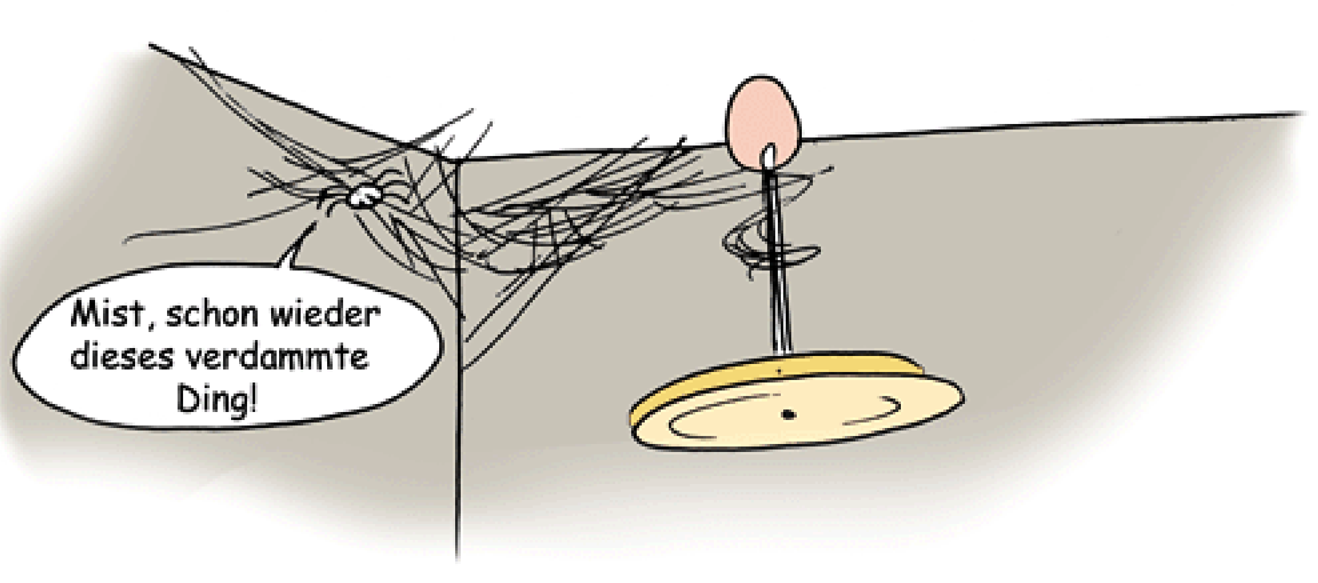


Einen Streifen Papier um eine dicke Nadel aufrollen und zusammenkleben, um ein dünnes Rohr zu bauen.

Wenn der Hubschrauber etwas kippt, bricht er aus. Die Wirkung auf das obere Blatt richtet ihn aber sofort wieder auf. Und so eiert er empor, wenn man ihn losläßt.





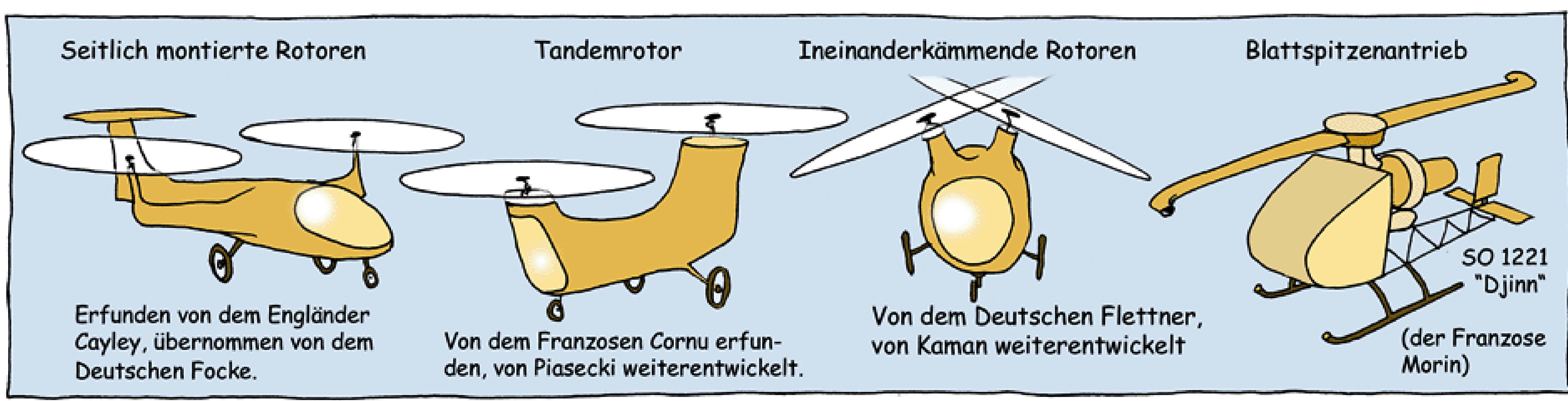


(*) Als Kind benutzte ich dieses Gerät, um Spinnweben von den hohen Decken des Schlosses von Thiors (Département Deux-Sèvres, Frankreich) zu entfernen.

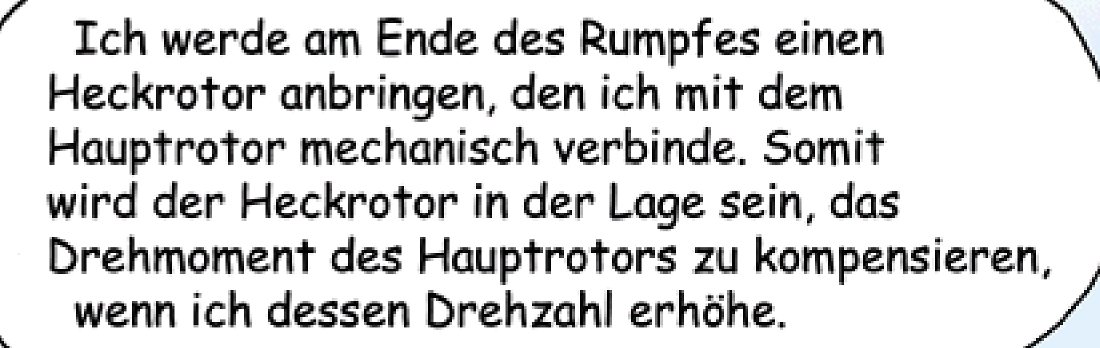
Ach, das ist doch idiotisch. Wir wollen doch nicht in einer Kabine hocken, die sich ständig dreht.

Kandide zog mehrere Möglichkeiten in Betracht.

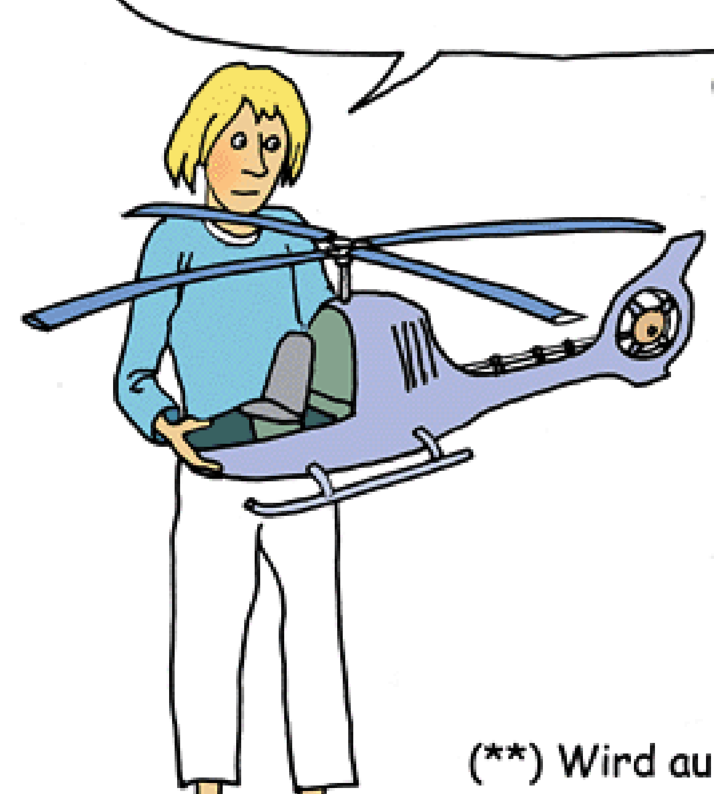
Zwei sich entgegengesetzt drehende Rotoren, erfunden von dem Franzosen Launey und verbreitet von dem Russen Kamow.

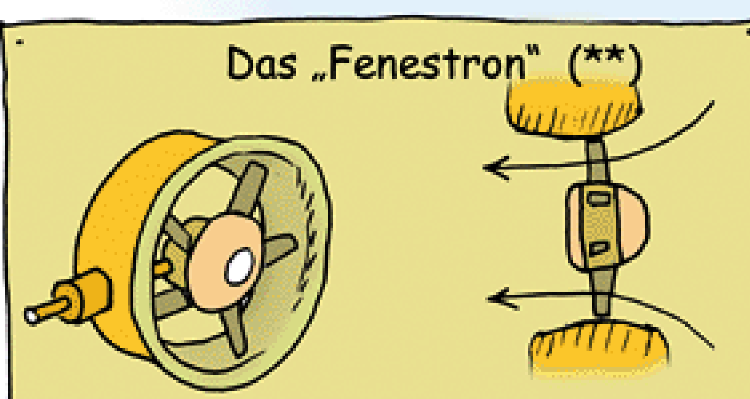


Yves le Bec hat ein mit exzellenten Zeichnungen bebildertes Buch geschrieben: „Die wahre Geschichte des Helikopters, von 1486 bis 2005", erschienen bei Ducretet SA in CH-1022 Chavannes-près-Renens, ISBN 2-8399-0100-5.
Dort finden Sie ALLE vom Menschen erfundenen Helikoptermodelle.

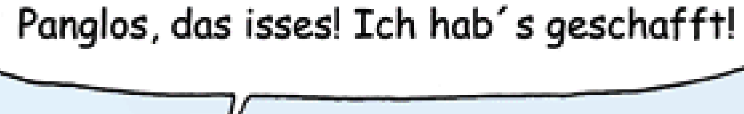


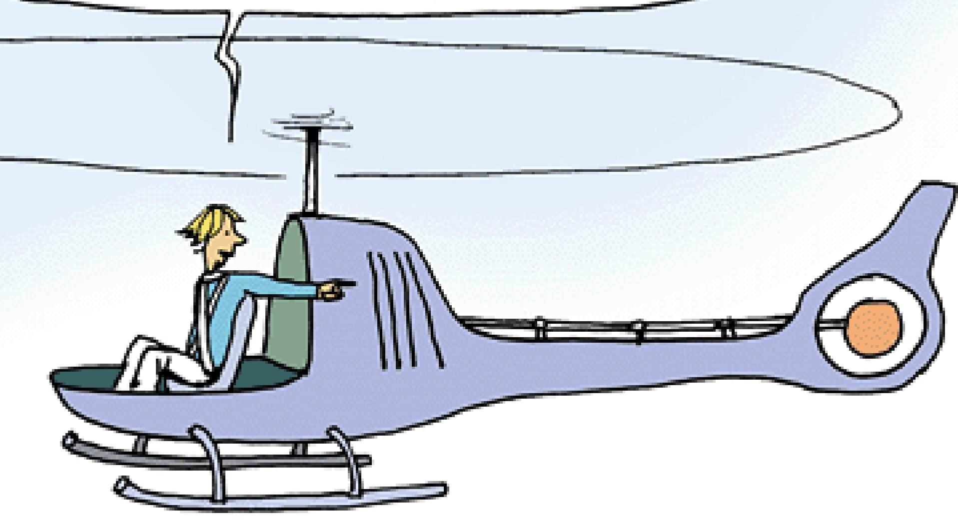






Indem man einen Propeller in ein Gehäuse einbringt, erhöht man dessen Wirkungsgrad bei verringertem Lärm.





(**) Wird auf Deutsch auch „gekapselter Heckrotor" und auf Neudeutsch „Fantail" genannt. (Anm. d. Ü.)

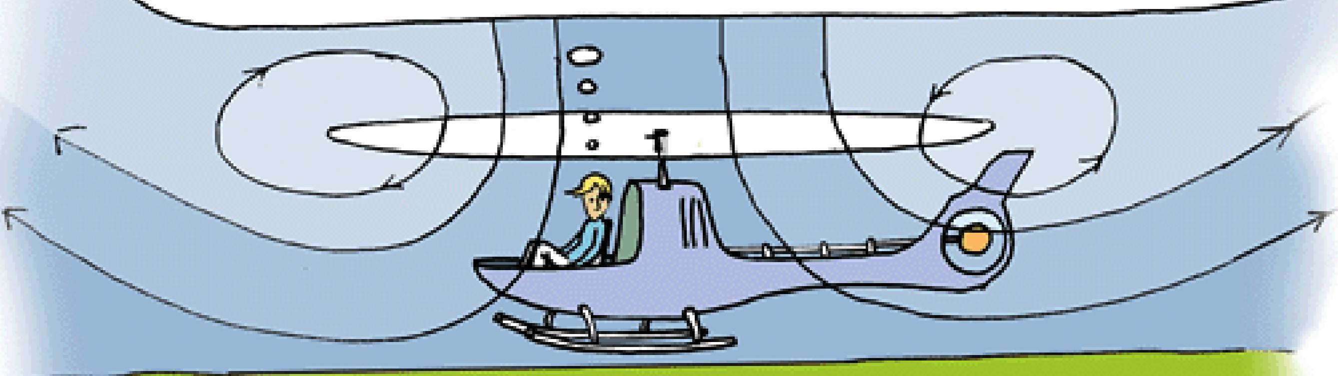
Der dem Drehmoment entgegenwirkende Heckrotor wurde von dem Russen Juriew erfunden und von Igor Sikorski weiterentwickelt.

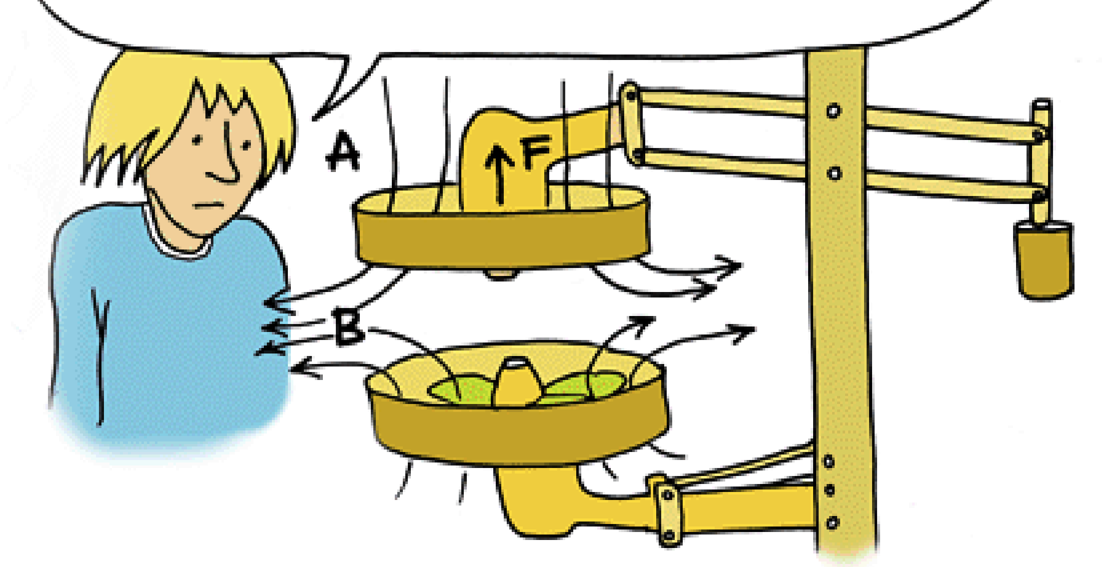
(*) Das Fenestron wurde von dem Franzosen Mouille eingeführt.



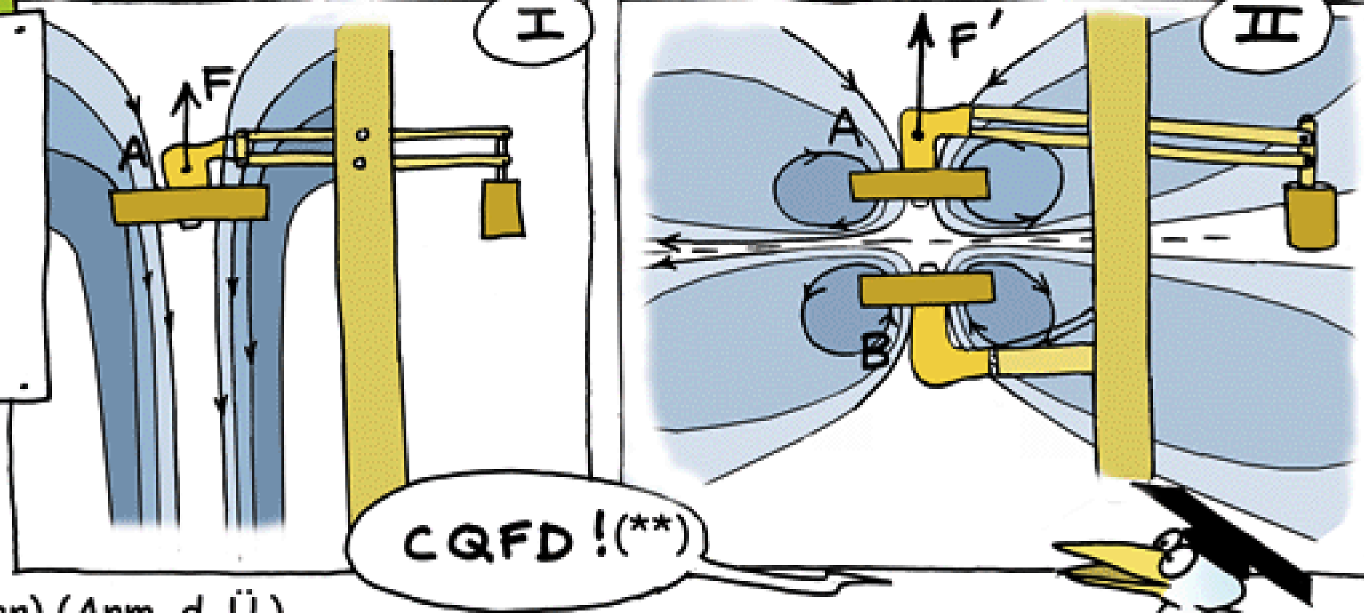
All das zeigt offensichtlich, daß es alles zum Besten steht in dieser besten aller möglichen Luftfahrtwissenschaften.

BODENEFFEKT





Bei gleicher Drehzahl wird der auf den Ventilator **A** wirkende Auftrieb größer, wenn er gegen den Ventilator **B** gerichtet ist. Denn letzterer preßt die Luft entgegengesetzt der Richtung, die Ventilator A alleine vorgeben würde.



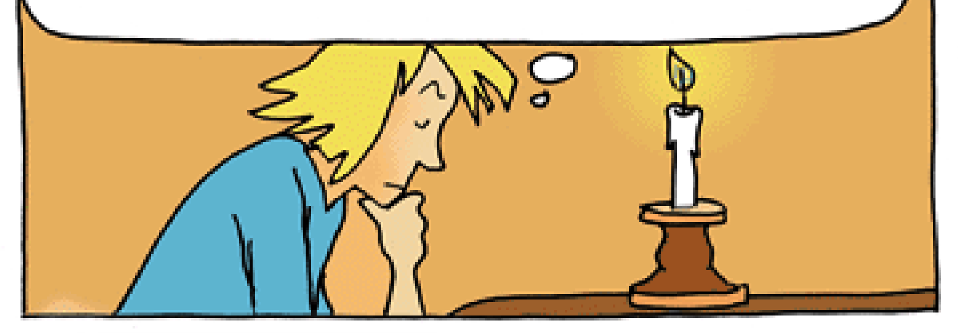
(**) Quod erat demonstrandum (= Was zu beweisen war) (Anm. d. Ü.)

Die Strömung II wäre dieselbe, wenn Ventilator A auf den Boden gerichtet würde.

(*) Der Bodeneffekt wird deutlich spürbar, wenn sich der Rotor in einer Entfernung von bis zu einem halben Rotordurchmesser über dem Boden befindet.

Die Motordrehzahl erhöhen

Mein Rotor hat einen festen Anstellwinkel.
Aber wie groß sollte ich ihn wählen?
Je größer der Steuerwinkel, der Einstell-winkel des Blattes, desto größer wird auch der Widerstand, der die Drehung bremst.

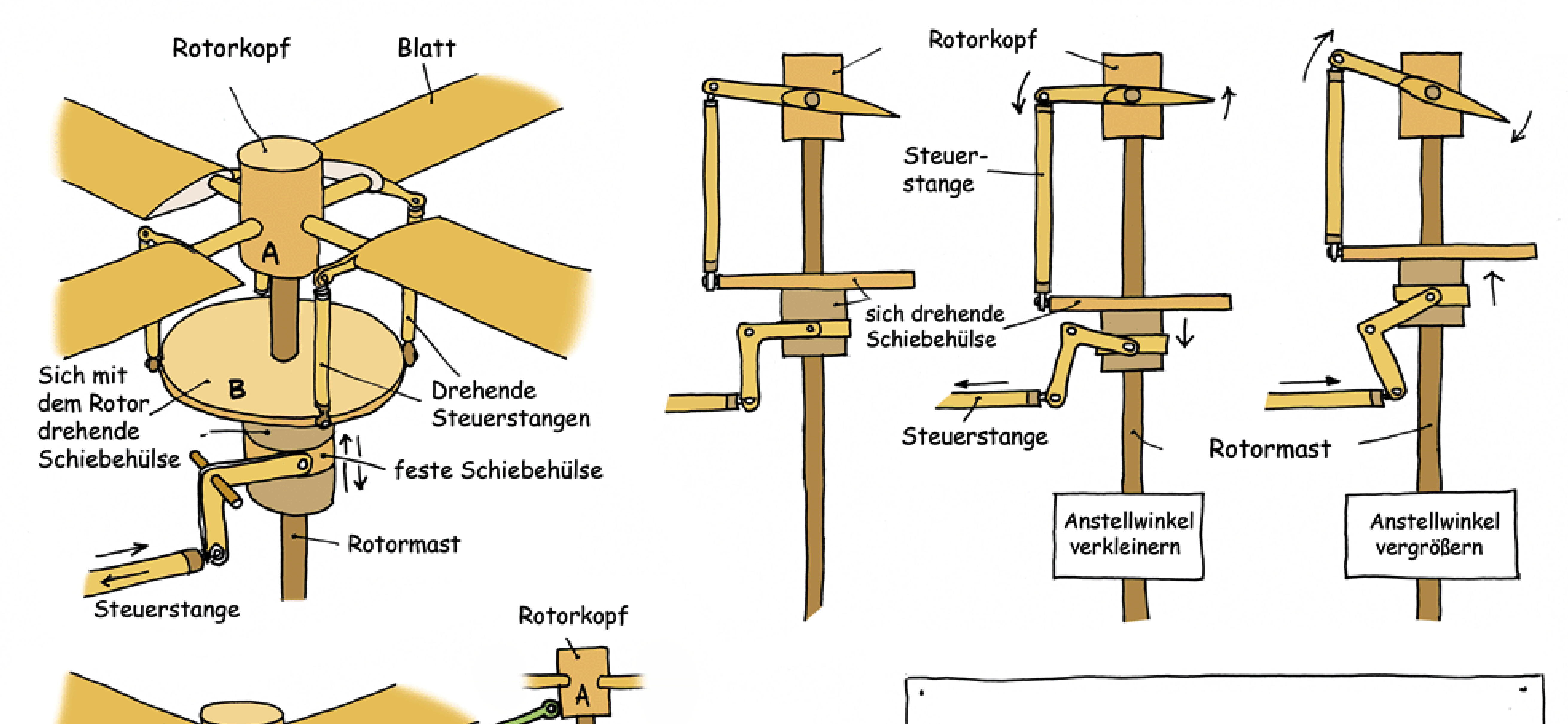


Wenn aus welchem Grund auch immer mein Motor an Leistung verliert, wird der Luftwiderstand die Rotation abbremsen. (*)
Wenn aber die Geschwindigkeit der **relativen Anströmung** kleiner wird, dann wird die Strömung entlang des ganzen Blattes abreißen. Und wenn das geschieht, dann gute Nacht Freunde.
Um das zu vermeiden und die Drehgeschwindigkeit des Rotors beizubehalten, müßte man sofort den Anstellwinkel reduzieren und Vollgas geben.





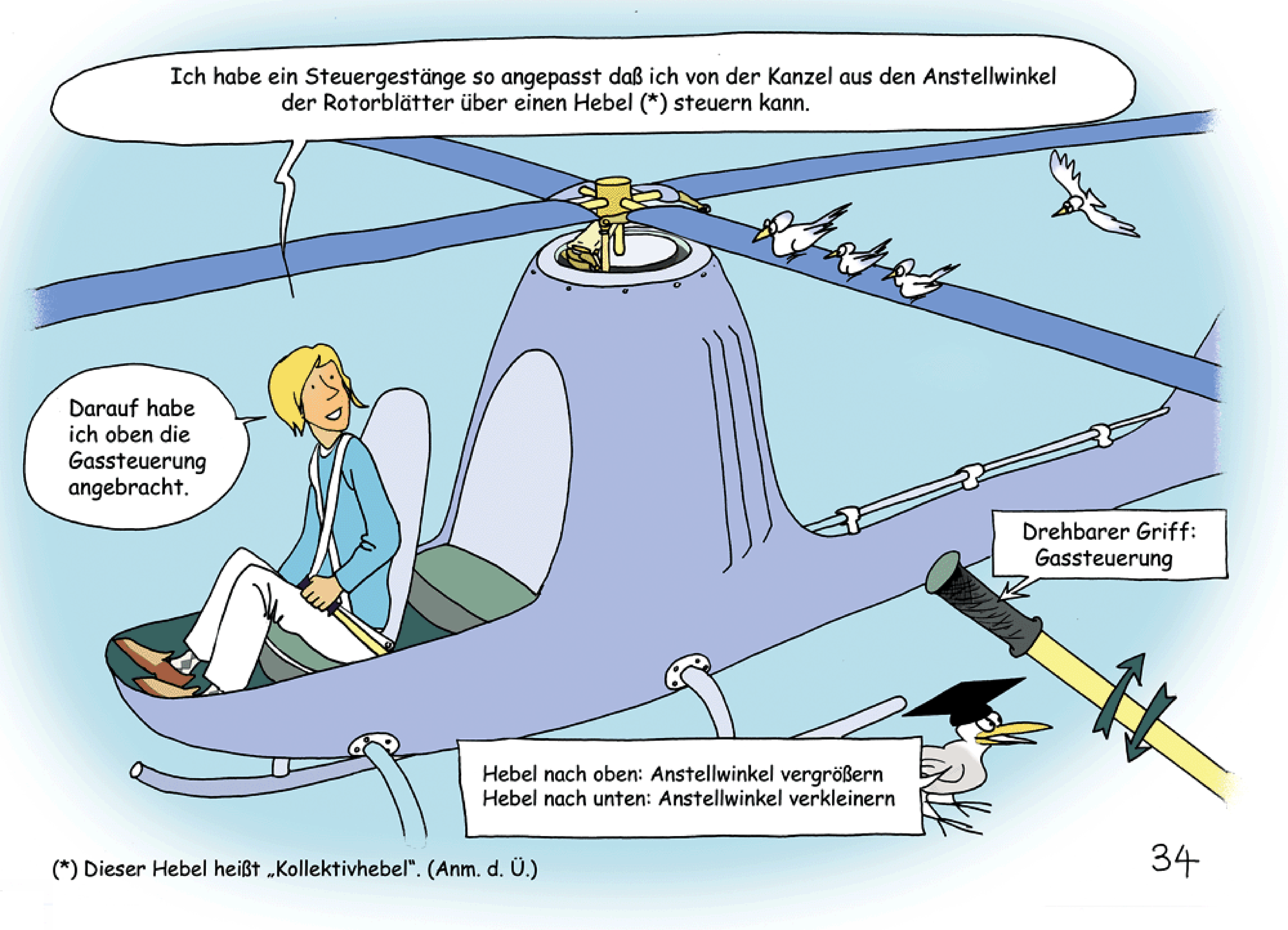
(*) Ein Rotor, dessen Antrieb (Motor) plötzlich seine Arbeit einstellen sollte, würde gefährlich schnell abgebremst und das innerhalb... einer Sekunde!



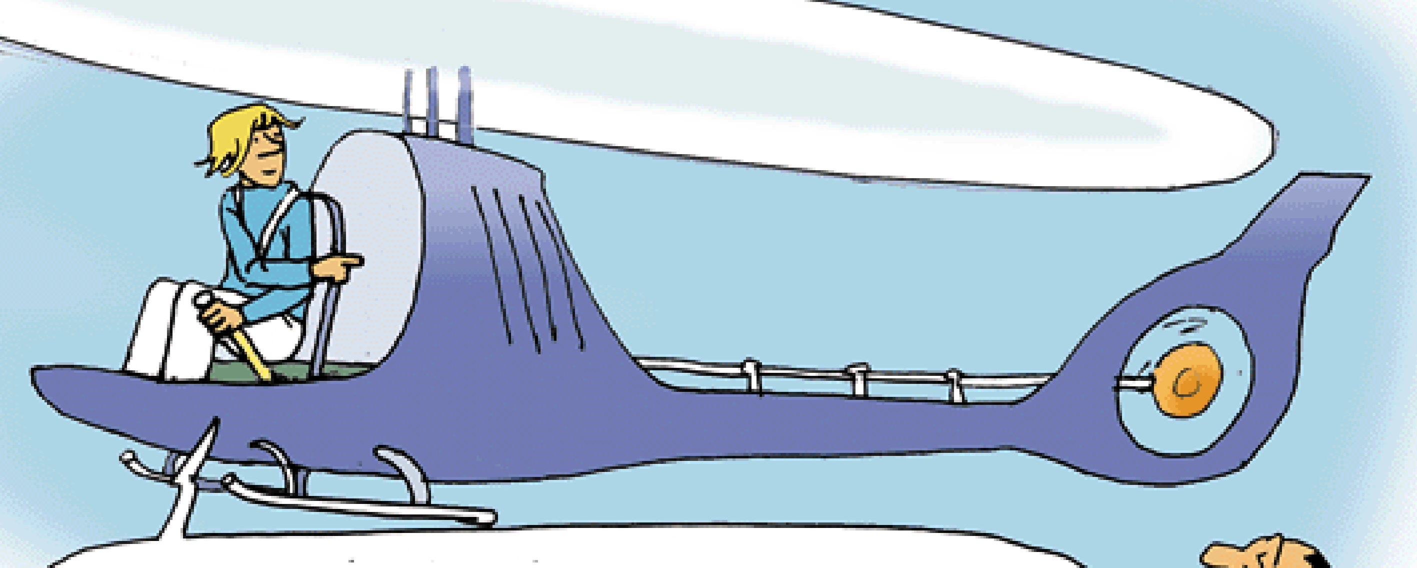
Ein Mitnehmer, der den Rotorkopf **A** und die obere, sich drehende Scheibe **B** verbindet, gewährleistet, daß beide stets die selbe Winkelgeschwindigkeit haben.

Mit einem solchen System kann man gleichzeitig den Anstellwinkel aller Rotorblätter um jeweils den selben Wert ändern. Hierfür bedient man sich eines Kugellagers zwischen der unteren, festen Scheibe C und der oberen, sich drehenden Scheibe B, welches die Steuereingaben mittels Stangen auf die Rotorblätter überträgt.

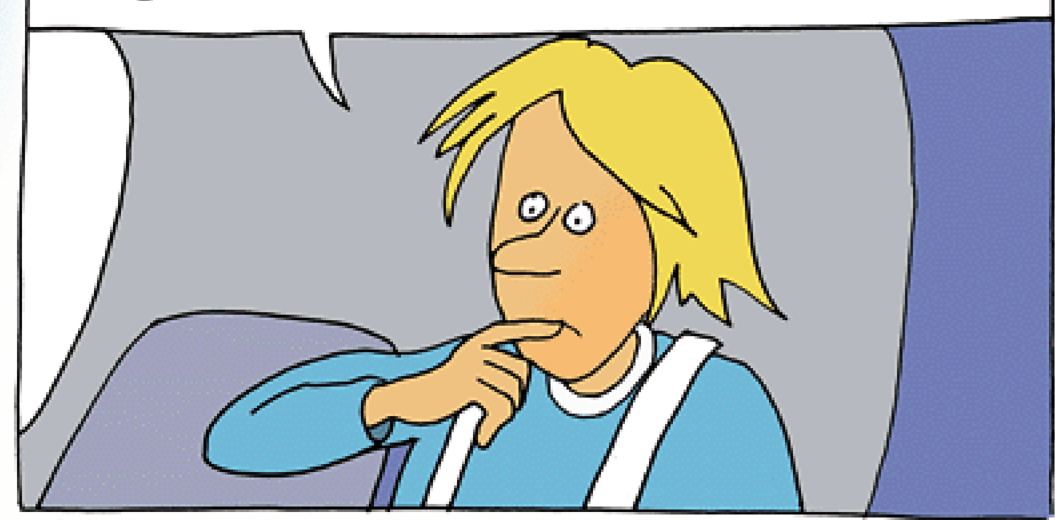
Die Geschäftsleitung



(*) Dieser Hebel heißt „Kollektivhebel". (Anm. d. Ü.)

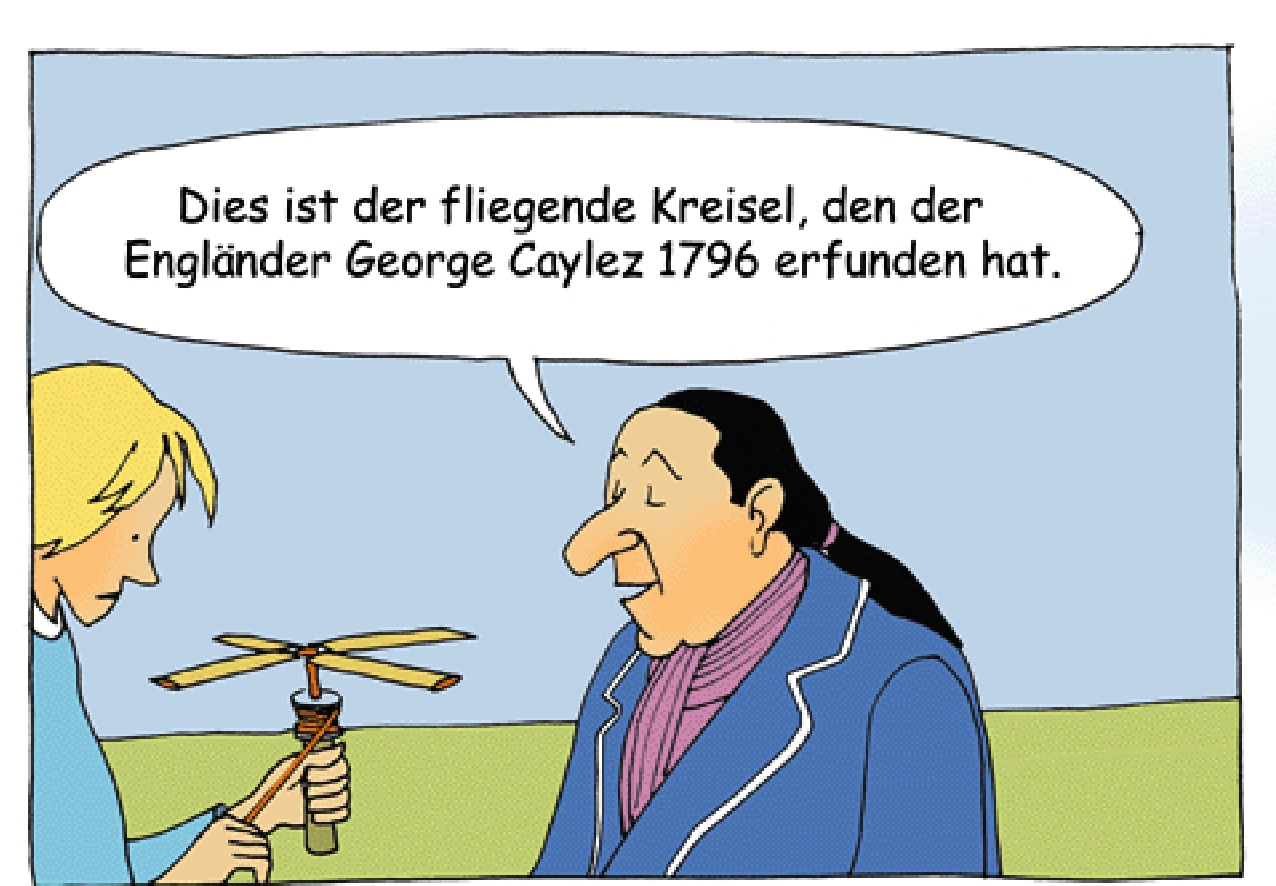

Das gleiche System benutze ich für den Heckrotor, um zu vermeiden, daß die Maschine wegen des Drehmoments ausbricht, wenn ich den kollektiven Blattanstellwinkel ändere. Und ich habe ein Fußpedal für die Seitwärtsbewegung hinzugefügt, das es mir ermöglicht, mich auf der Stelle zu drehen.


Was?
Ich kann nichts hören!


Nun gut. Ich habe eine Flugmaschine entworfen, die uns fortbringen kann, Kunigunde und mich. Ich kann steigen und sinken und mich um die eigene Achse drehen. Bleibt aber eine Frage: Wie kann man mit dieser Flugmaschine vorwärts fliegen?


Warum nicht einen Propeller und Ruder dazutun?
Hmm, es scheint mir eine ziemlich komplizierte Lösung zu sein...

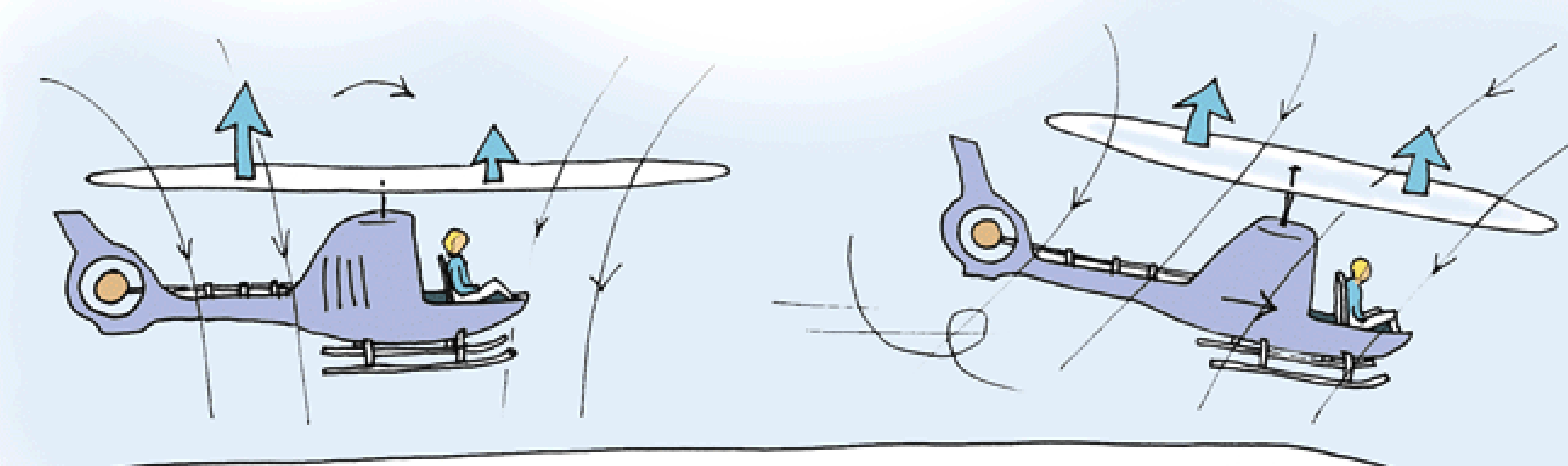



Dies ist der fliegende Kreisel, den der Engländer George Caylez 1796 erfunden hat.


Oh, schauen Sie mal!
Wenn ich den Rotor kippen könnte, würde sich die Maschine von ganz alleine horizontal bewegen.


Eine Möglichkeit wäre, sich innerhalb der Kanzel so zu bewegen, daß der Schwerpunkt entsprechend verlagert wird.
Ja, aber wie soll man das Ganze wieder ins Gleichgewicht bringen, wenn Kunigunde an Bord ist!?!


Ich muß mir eine andere Lösung ausdenken.



Wenn ich es mittels einer **ZYKLISCHEN BLATTVERSTELLUNG** schaffen würde, gleichzeitig den Auftrieb der rücklaufenden Blätter zu erhöhen und den Auftrieb der vorlaufenden Blätter zu verringern, würde ich die Maschine nach vorne kippen können und diese könnte somit in den **VORWÄRTSFLUG** übergehen.

Schiebehülse

Die Blattverstellung wird mittels einer Schiebehülse gesteuert; das ist eine sich drehende Scheibe, welche an der Rotorwelle entlang gleitet.

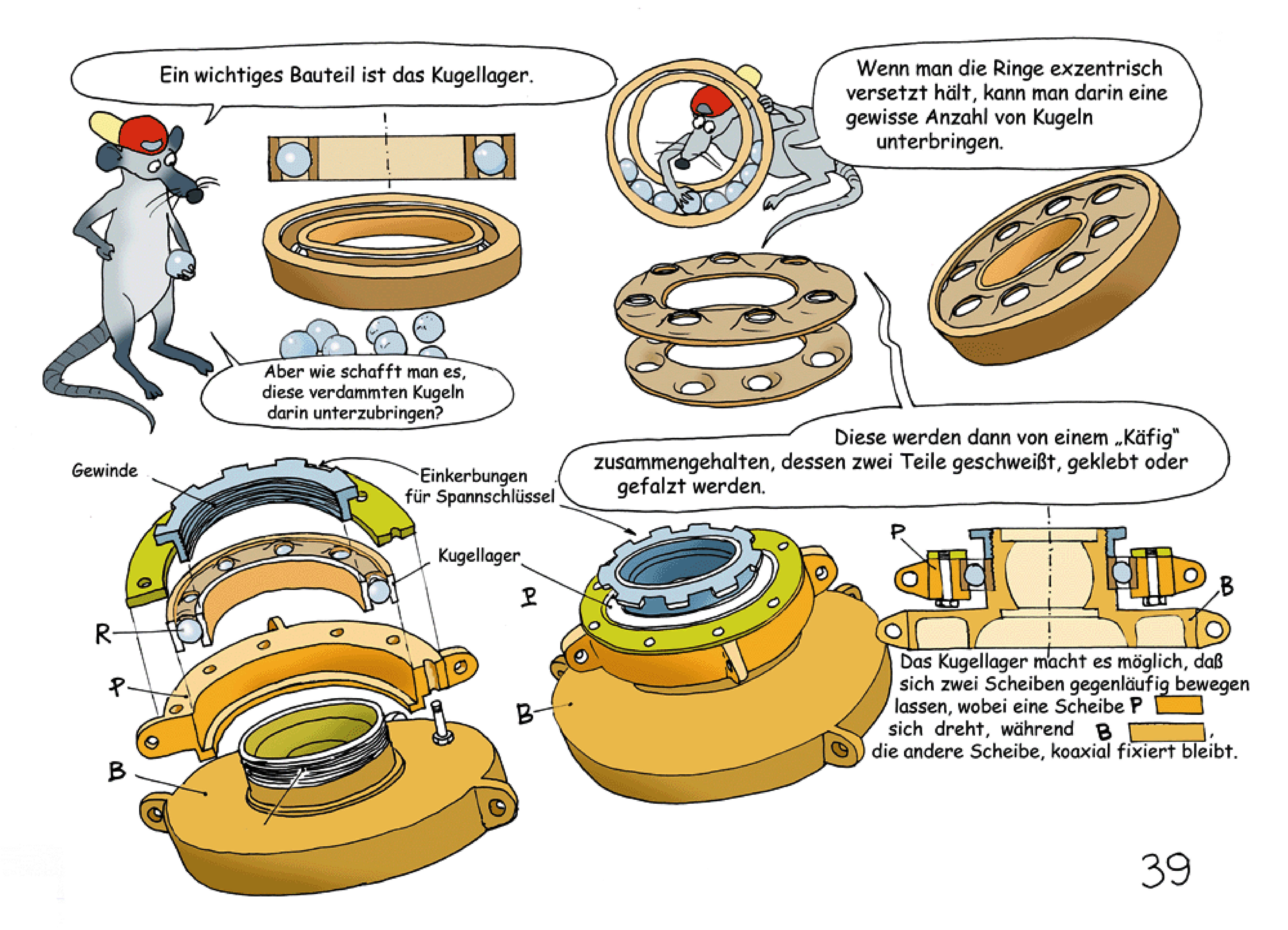


(*) Die zyklische Blattverstellung wurde von dem Spanier **PESCARA** erfunden, der auch den Begriff der **AUTOROTATION** einführte.

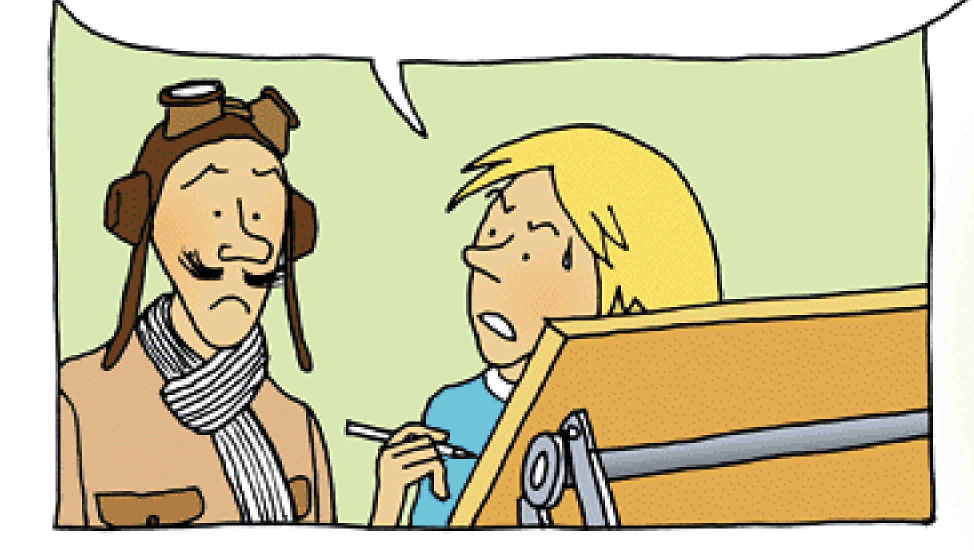




Das Leben eines Hubschrauberpiloten hängt von einer komplexen Mechanik ab, bei der Stangen, Kugellager und Getriebe eingesetzt werden, die alle sehr präzise hergestellt, sorgfältig gewartet und regelmäßig ausgetauscht werden müssen. Die Herstellungs- und Wartungskosten sind i.d.R. höher als für ein Flugzeug. Seit den 70er Jahren werden aber neue Materialien eingesetzt: Verbundwerkstoffe, Elastomere und selbstschmierende Bauteile. Diese haben dazu beigetragen, Komplexität, Gewicht, Herstellungskosten und Wartungsintervalle zu reduzieren und dabei die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Aber dies sprengt den Rahmen dieses Büchleins.

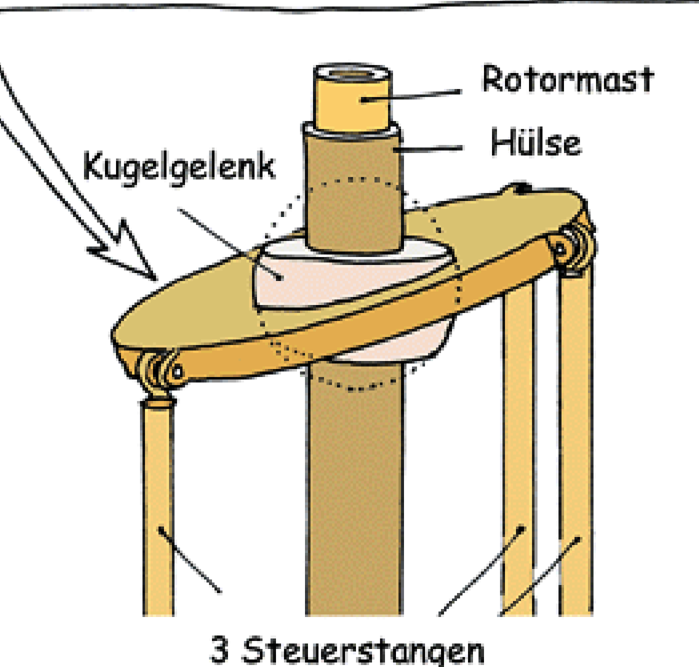


Ein wichtiges Bauteil ist das Kugellager.
Aber wie schafft man es, diese verdammten Kugeln darin unterzubringen?
Wenn man die Ringe exzentrisch versetzt hält, kann man darin eine gewisse Anzahl von Kugeln unterbringen.
Diese werden dann von einem „Käfig" zusammengehalten, dessen zwei Teile geschweißt, geklebt oder gefalzt werden.
Gewinde
Einkerbungen für Spannschlüssel
Kugellager
R
P
B
P
B
P
B
Das Kugellager macht es möglich, daß sich zwei Scheiben gegenläufig bewegen lassen, wobei eine Scheibe P sich dreht, während B, die andere Scheibe, koaxial fixiert bleibt.

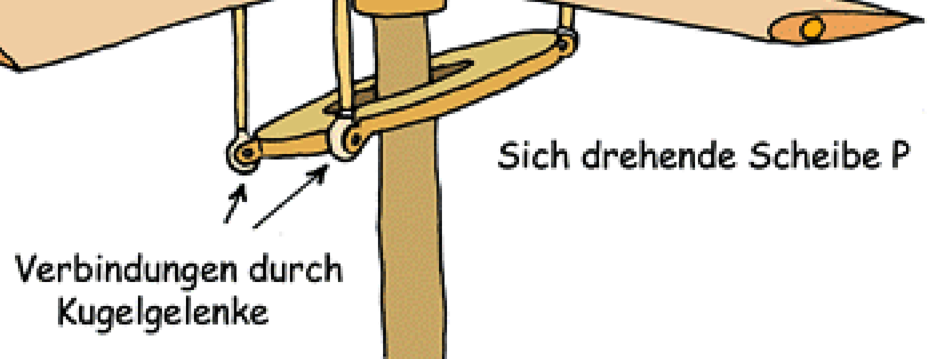


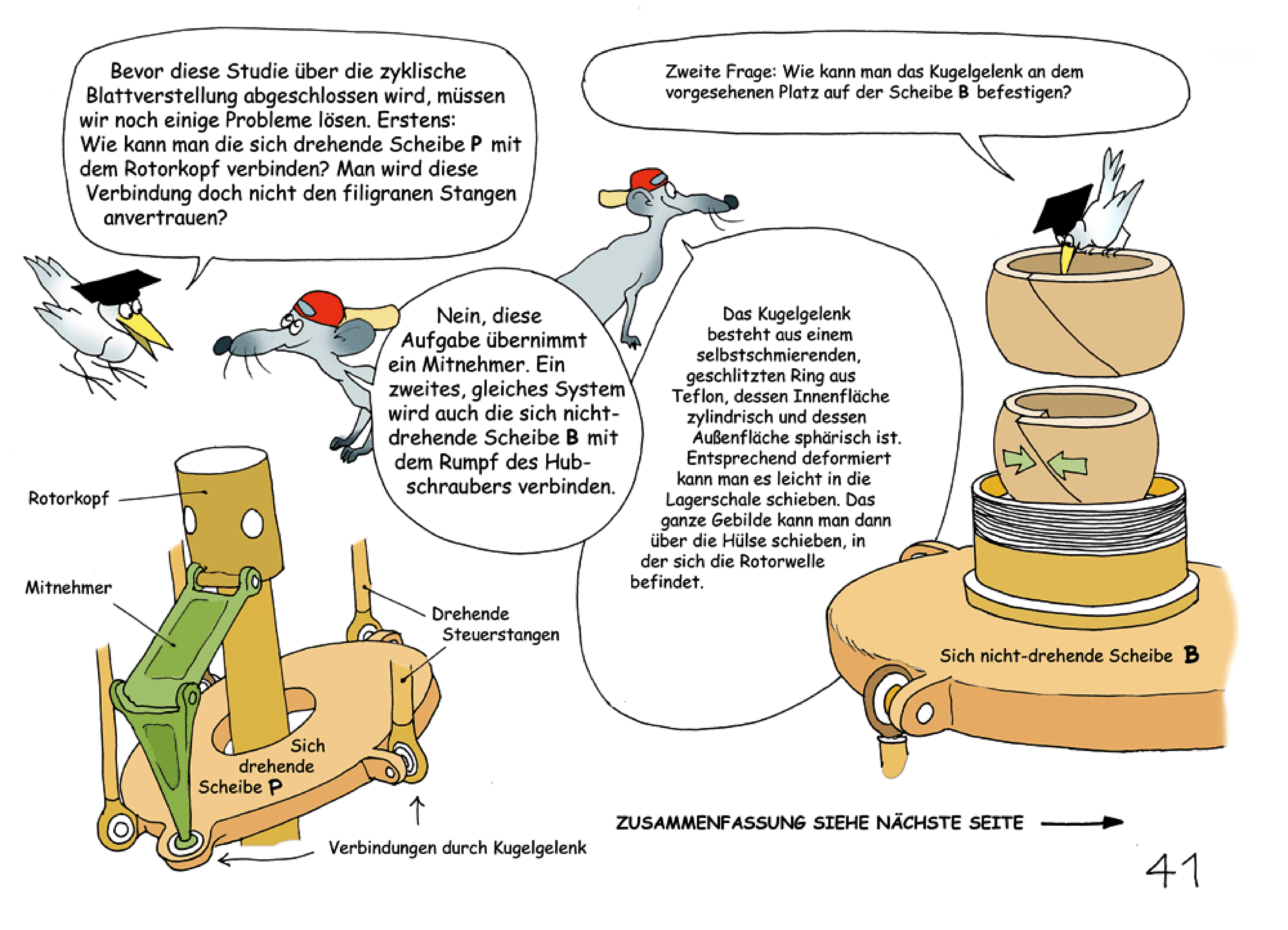


An diesem Kugelgelenk wird eine sich nicht-drehende Scheibe **B** befestigt, deren Lage im Raum durch die Steuerstangen bestimmt wird.

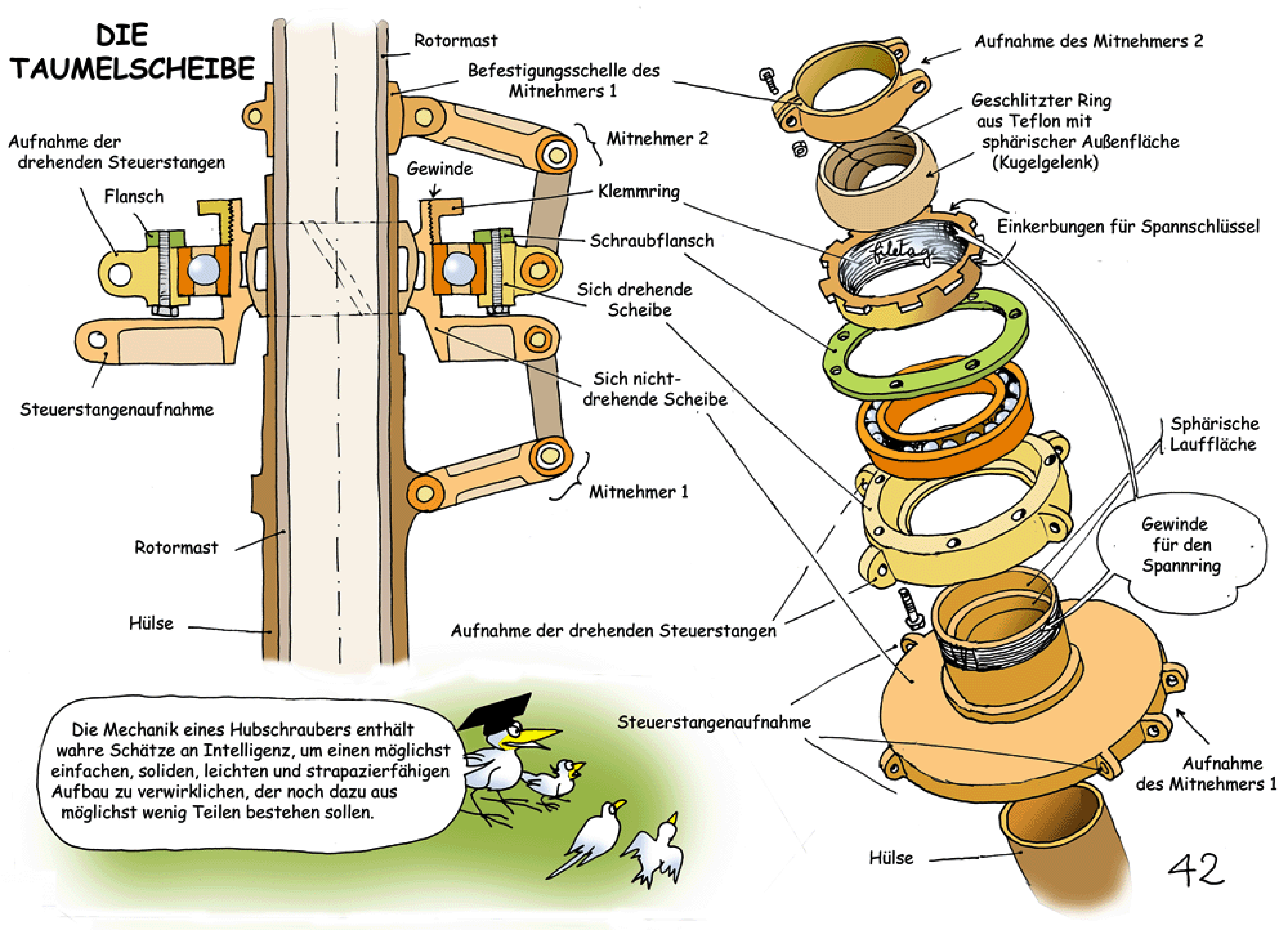


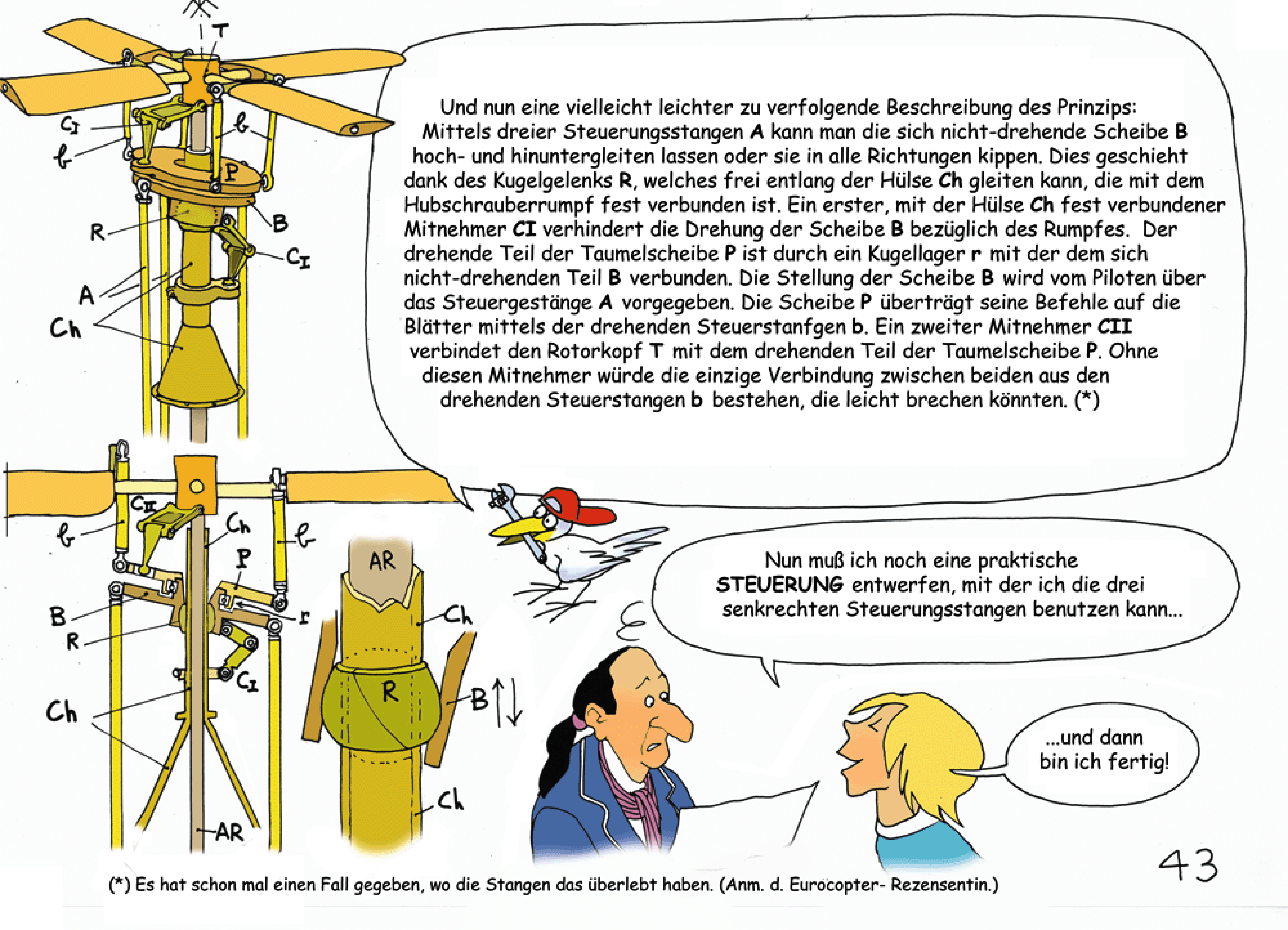
Die sich nicht-drehende Scheibe **B** wird mittels eines Kugellagers mit der sich drehenden Scheibe **P** verbunden (s. vorherige Seite). Die sich drehende Scheibe ist durch Stangen mit jedem Rotorblatt verbunden und steuert so die Blattverstellung.



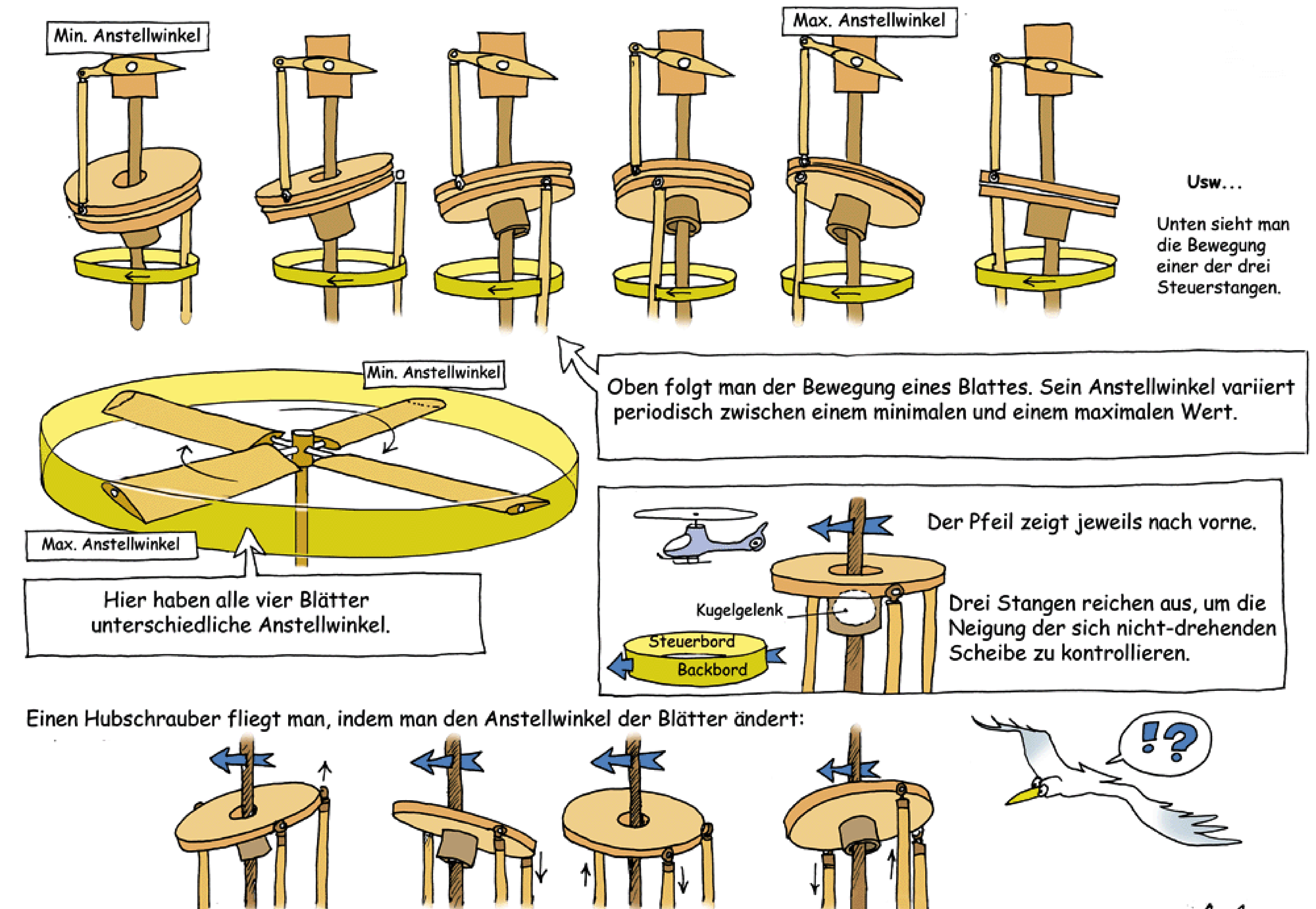


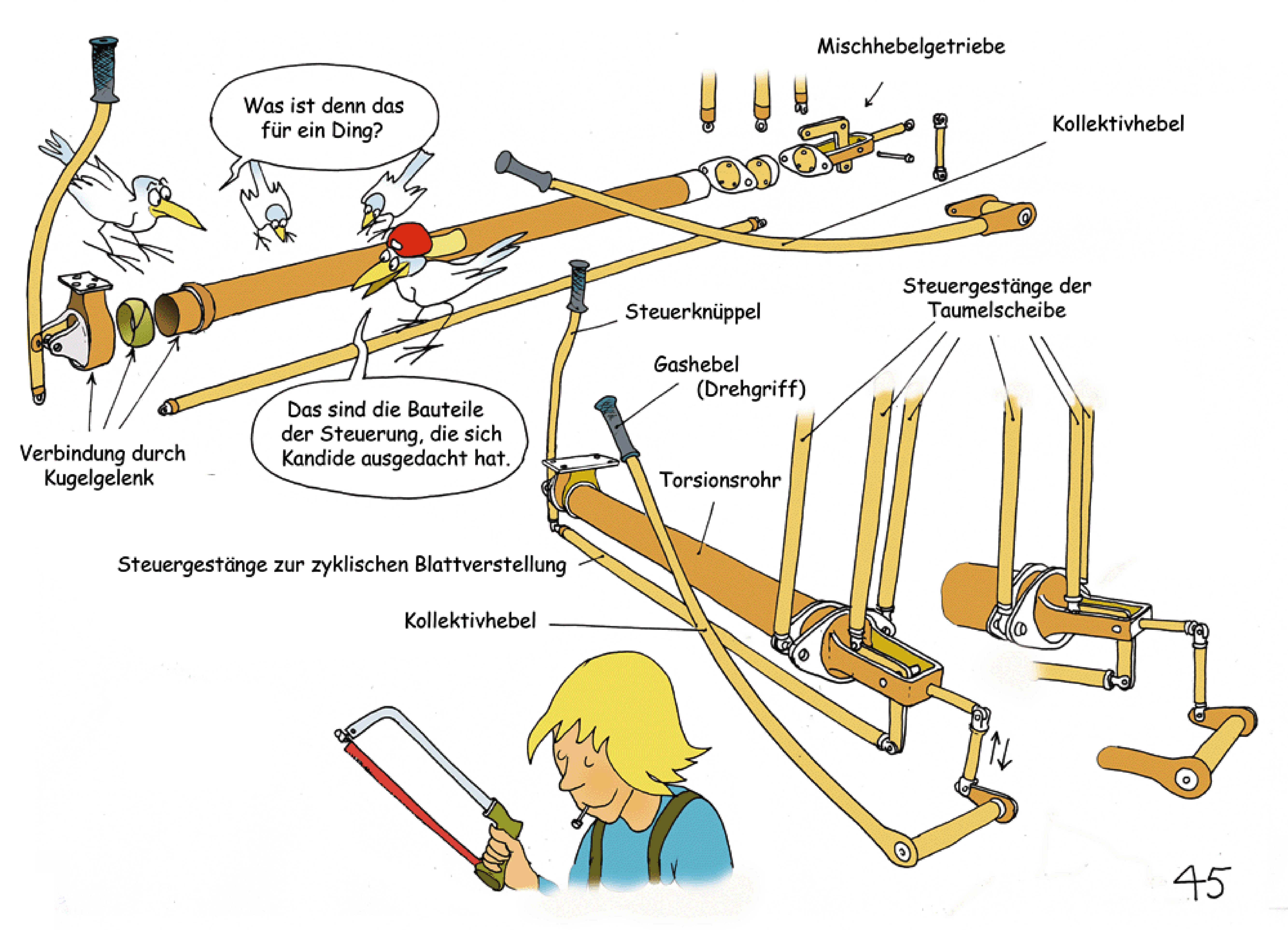
ZUSAMMENFASSUNG SIEHE NÄCHSTE SEITE →

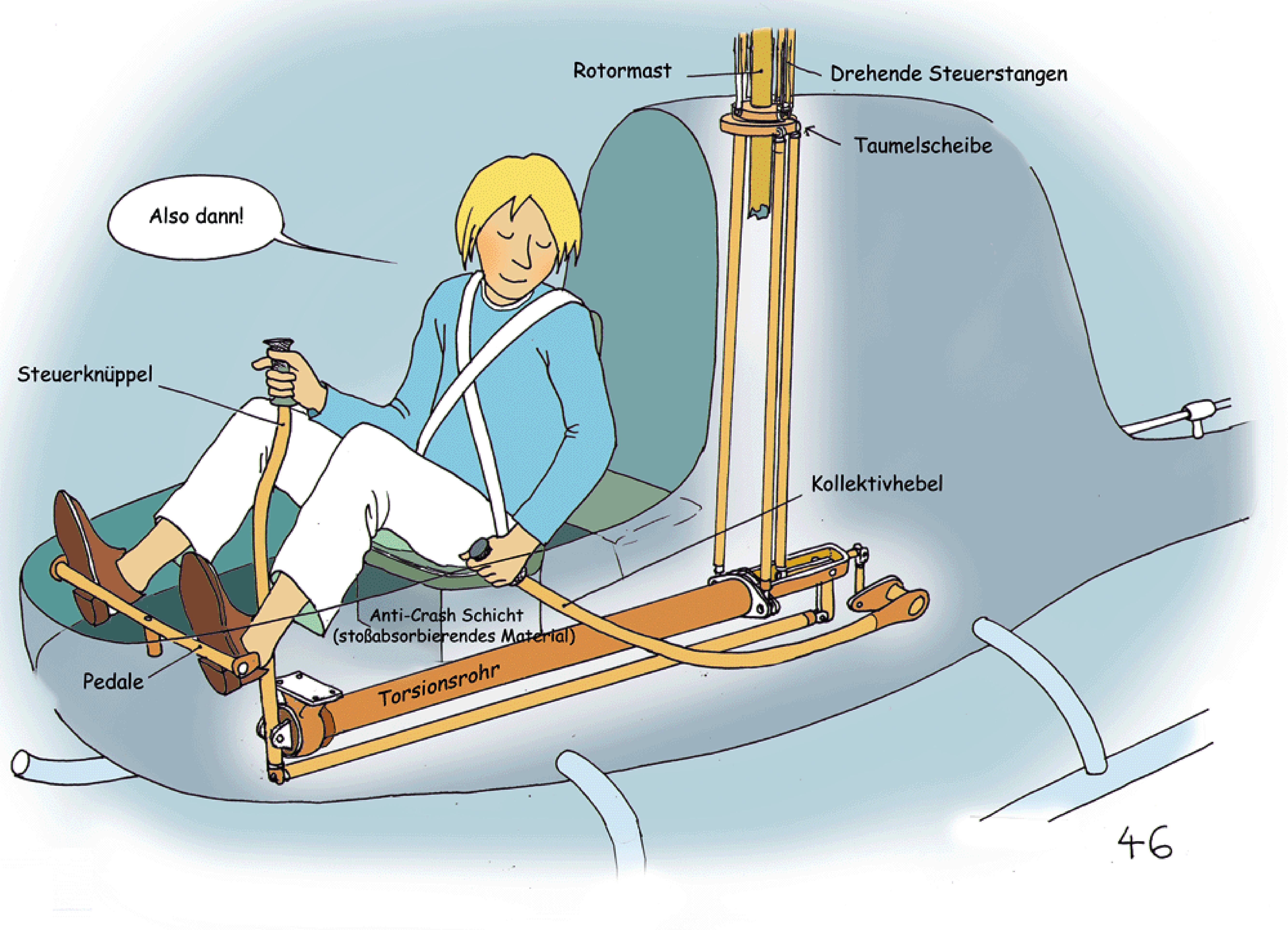

DIE TAUMELSCHEIBE
Rotormast
Befestigungsschelle des Mitnehmers 1
Mitnehmer 2
Aufnahme der drehenden Steuerstangen
Gewinde
Flansch
Klemmring
Schraubflansch
Sich drehende Scheibe
Sich nicht-drehende Scheibe
Steuerstangenaufnahme
Mitnehmer 1
Rotormast
Hülse
Aufnahme des Mitnehmers 2
Geschlitzter Ring aus Teflon mit sphärischer Außenfläche (Kugelgelenk)
Einkerbungen für Spannschlüssel
Sphärische Lauffläche
Gewinde für den Spannring
Aufnahme der drehenden Steuerstangen
Steuerstangenaufnahme
Aufnahme des Mitnehmers 1
Hülse
Die Mechanik eines Hubschraubers enthält wahre Schätze an Intelligenz, um einen möglichst einfachen, soliden, leichten und strapazierfähigen Aufbau zu verwirklichen, der noch dazu aus möglichst wenig Teilen bestehen sollen.



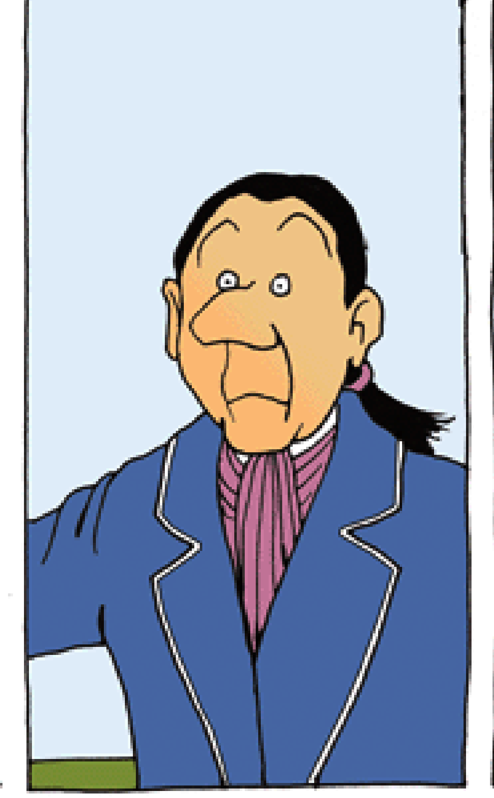
(*) Es hat schon mal einen Fall gegeben, wo die Stangen das überlebt haben. (Anm. d. Eurocopter- Rezensentin.)

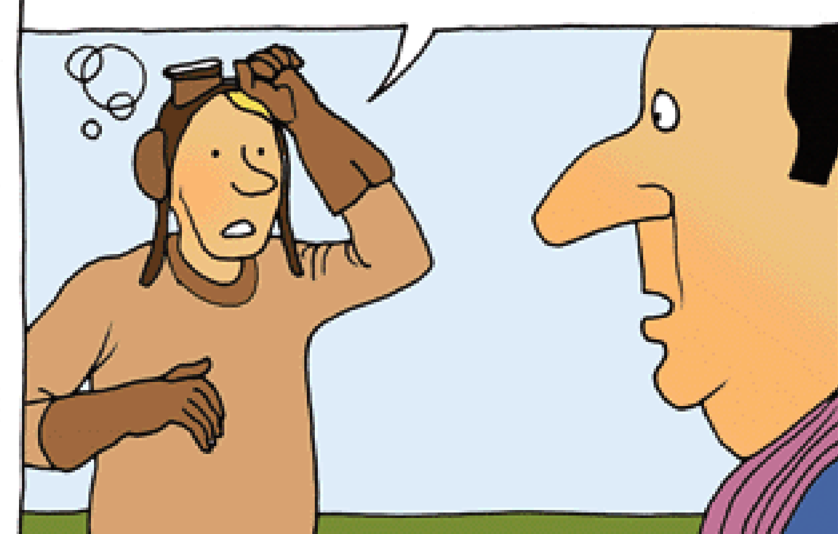

Min. Anstellwinkel
Max. Anstellwinkel
Usw...
Unten sieht man die Bewegung einer der drei Steuerstangen.
Min. Anstellwinkel
Oben folgt man der Bewegung eines Blattes. Sein Anstellwinkel variiert periodisch zwischen einem minimalen und einem maximalen Wert.
Max. Anstellwinkel
Hier haben alle vier Blätter unterschiedliche Anstellwinkel.
Der Pfeil zeigt jeweils nach vorne.
Kugelgelenk
Steuerbord
Backbord
Drei Stangen reichen aus, um die Neigung der sich nicht-drehenden Scheibe zu kontrollieren.
Einen Hubschrauber fliegt man, indem man den Anstellwinkel der Blätter ändert:
hinten
vorne
Steuerbord
Backbord
!?


Was ist denn das für ein Ding?
Das sind die Bauteile der Steuerung, die sich Kandide ausgedacht hat.
Mischhebelgetriebe
Kollektivhebel
Verbindung durch Kugelgelenk
Steuerknüppel
Steuergestänge der Taumelscheibe
Gashebel (Drehgriff)
Torsionsrohr
Steuergestänge zur zyklischen Blattverstellung
Kollektivhebel


Also dann!
Rotormast
Drehende Steuerstangen
Taumelscheibe
Steuerknüppel
Kollektivhebel
Anti-Crash Schicht
(stoßabsorbierendes Material)
Pedale
Torsionsrohr







Und das ist nicht einmal das Schlimmste...

Was ist denn, mein guter Kandide?

Ich dachte, ich hätte mir das Beste im Bereich Strömungsmechanik ausgedacht...

...aber, mein lieber Meister, stellen Sie sich vor: Als ich den Steuerknüppel nach vorne gedrückt habe...







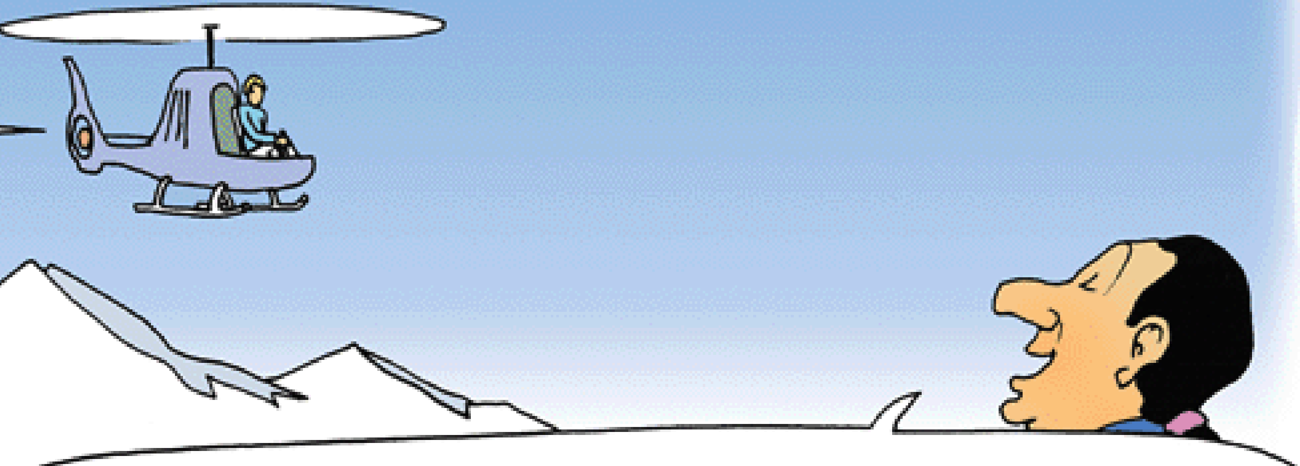
Ich habe deutlich gespürt, wie die Maschine erschüttert wurde, sobald ich die zyklische Blattverstellung betätigt habe. Es war, als ob eine unsichtbare Hand den Rotorkopf geschüttelt hätte. Aber, wenn ich darüber nachdenke, fällt mir glaube ich ein einleuchtender Grund dieses Phänomens ein.

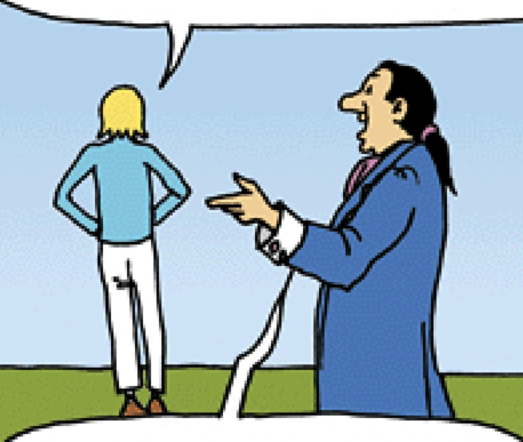
Wenn man bei zwei gegenüberliegenden Blättern den Anstellwinkel des ersten erhöht und den Anstellwinkel des zweiten verringert, so unterscheiden sich die aerodynamischen Kräfte sowohl in ihrer Richtung als auch in ihrer Intensität. Und dies erklärt diese schrecklichen Vibrationen.

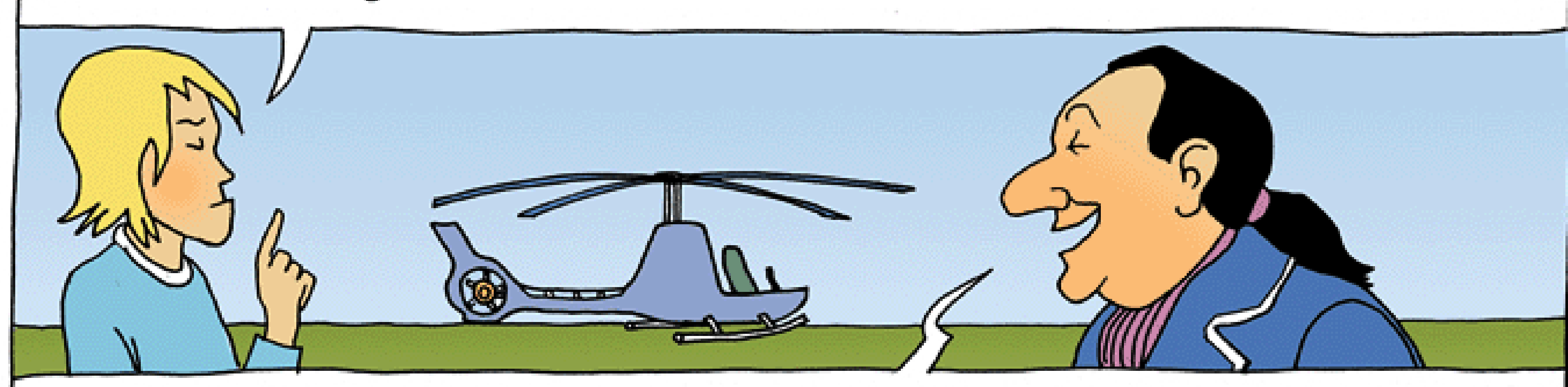
Ich habe wirklich gespürt, daß mein Rotor gebrochen wäre, wenn ich nicht aufgegeben hätte.

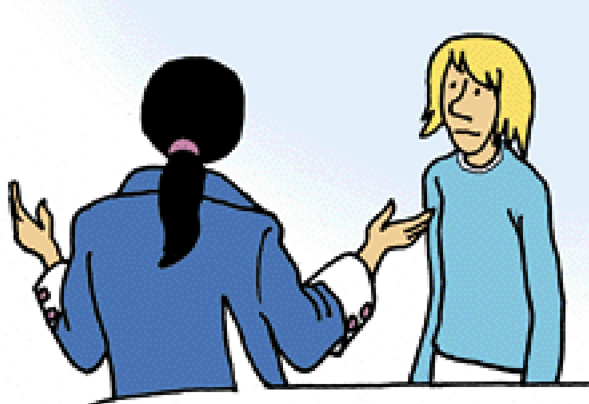
Warum sollte man nicht den Blättern die Freiheit geben, sich nach oben und unten sowie nach vorne und hinten zu bewegen, und überlassen wir der Zentrifugalkraft die Aufgabe, sie zu stabilisieren.

Panglos, es funktioniert, es funktioniert! Zwar vibriert die Maschine immer noch, aber es ist noch tolerierbar. Dagegen bleiben mir ihre Flugeigenschaften immer noch unverständlich. Knüppel nach vorne: Sie bricht nach rechts aus. Knüppel nach rechts: Sie bäumt sich auf und fliegt rückwärts. Knüppel nach links: Die Nase geht runter und die Maschine fliegt nach vorne. Knüppel zurück: Sie bricht nach links aus!

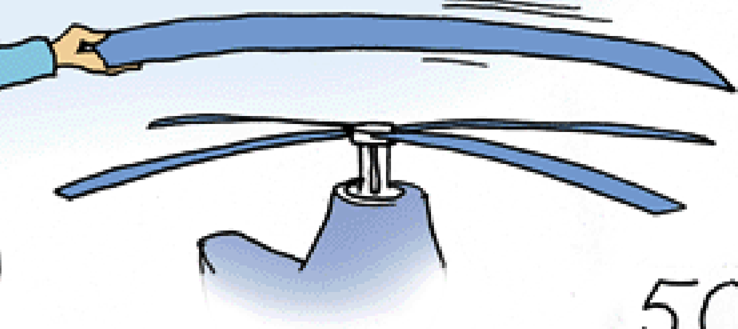



Es ist zwar unglaublich, aber Sie haben Recht!
Nun, da liegt doch die Lösung auf der Hand! Ändern Sie die Steuerung entsprechend!

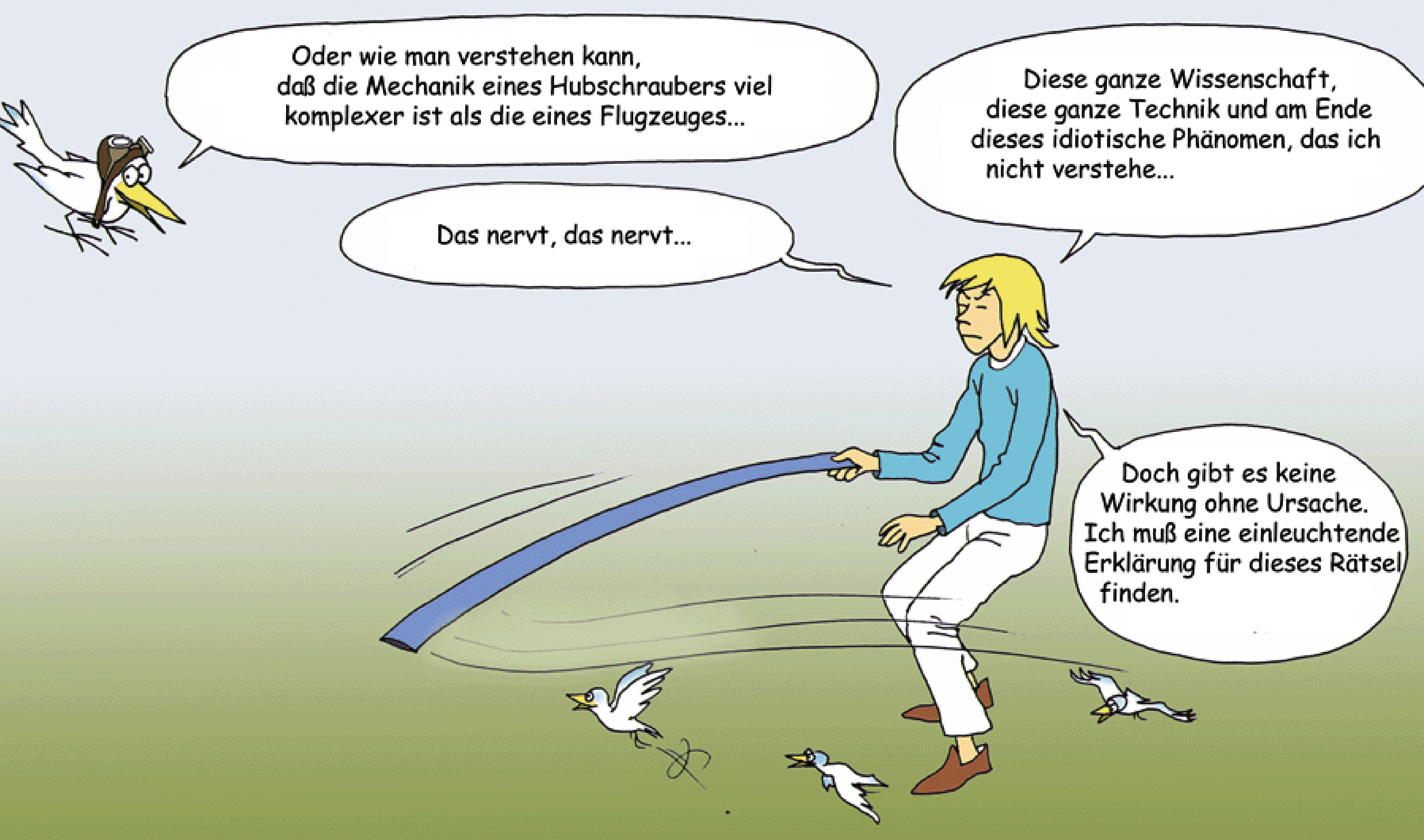

Nein, mein lieber Meister, ich will mich nicht in eine Maschine setzen, deren Verhalten mir dermaßen unbegreiflich ist.
Ach, mein lieber Kandide! Wie viele Dinge scheinen uns alltäglich zu sein, obwohl uns deren wahre Natur verborgen bleibt? Schauen Sie mal: Die Sonne dreht sich um die Erde, und wir wissen nicht warum. Auch kennen wir nicht den Grund für die Angst vor der Leere (horror vacui), welche in einem Barometer die Quecksilbersäule steigen läßt. Eine einleuchtende Erklärung der berüchtigten dunklen Energie, welche die beschleunigte Ausdehnung des Kosmos verursacht, bleibt uns ebenfalls verborgen. Ist das aber Grund genug, auf die Beobachtung aller Naturerscheinungen sowie auf deren Messung zu verzichten?

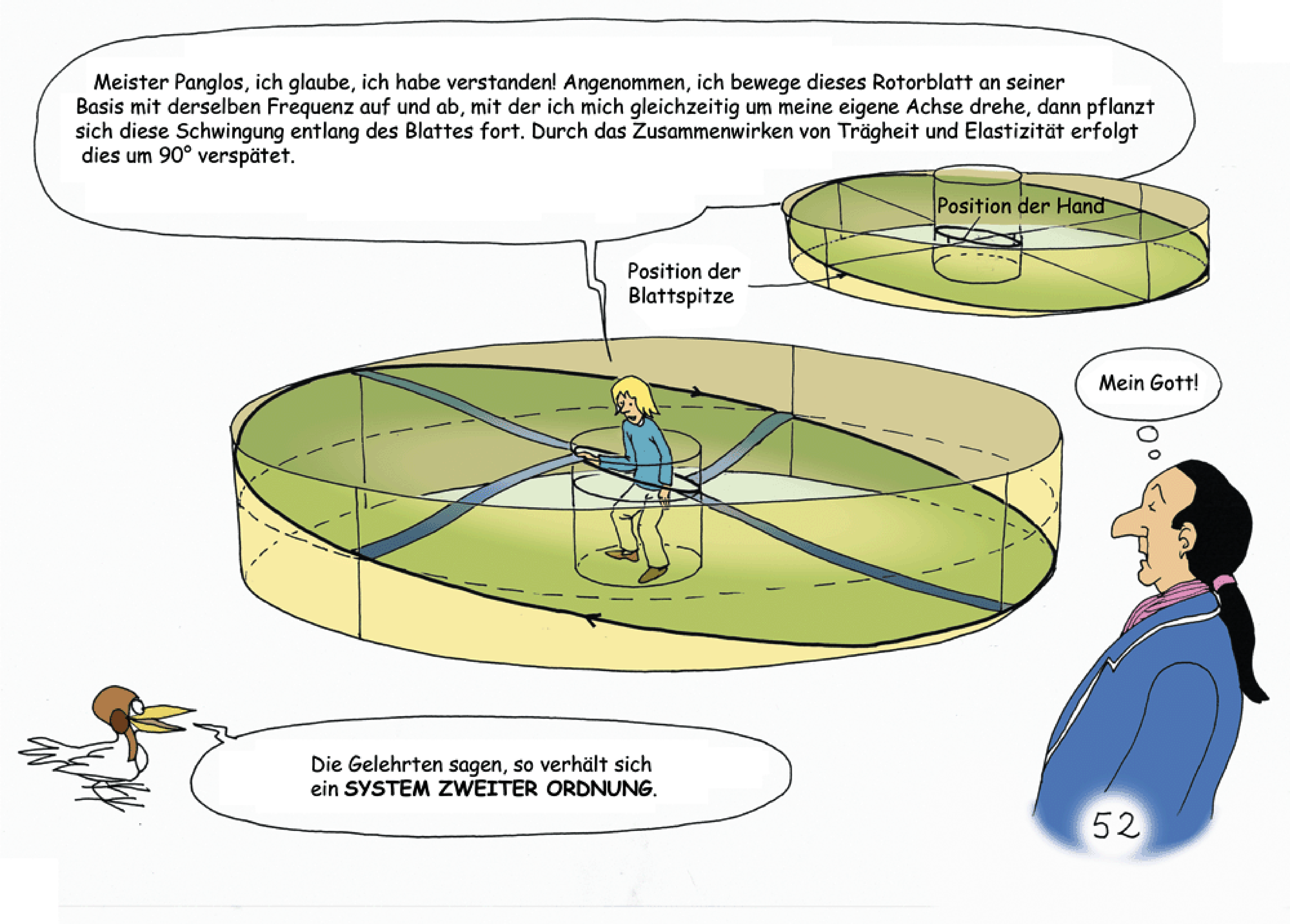

Und, mein lieber Kandide, was ist mit der Liebe und mit all den zarten Gefühlen, die Sie für Fräulein Kunigunde hegen?



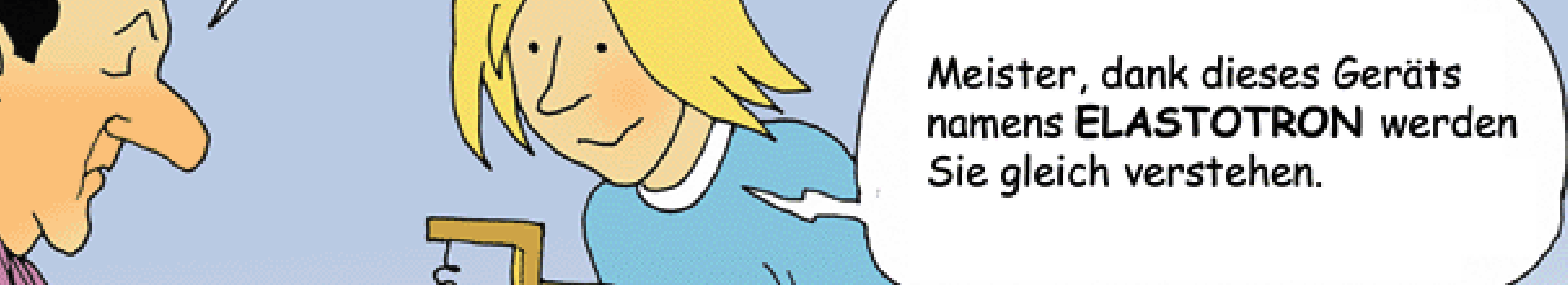

Ojeh, wenn diese Flugmechanik die beste aller möglichen Flugmechaniken ist, wie mögen dann die anderen sein?

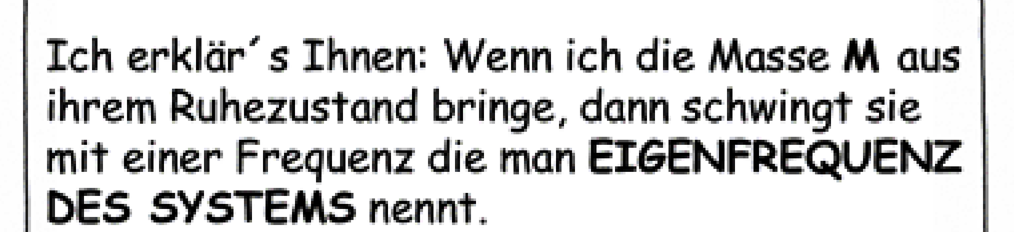
PHASENVERSCHIEBUNG DER ZYKLISCHEN STEUERUNG

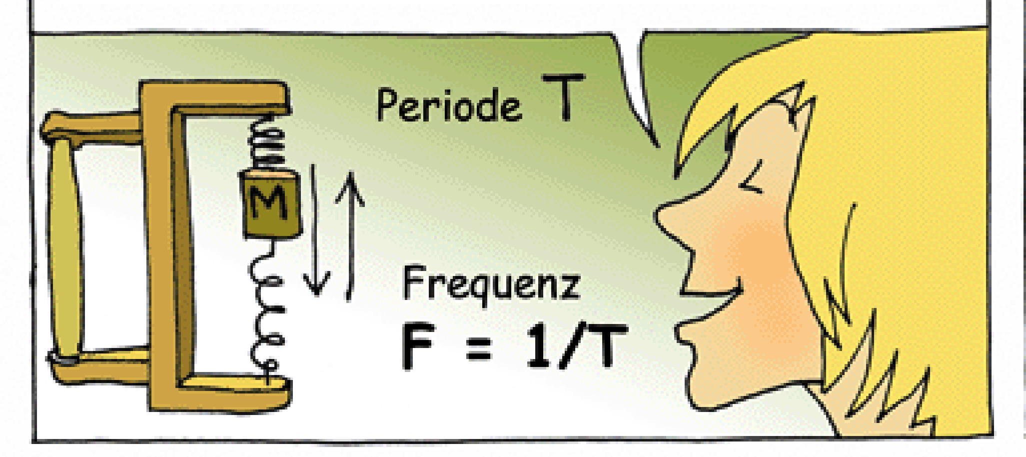




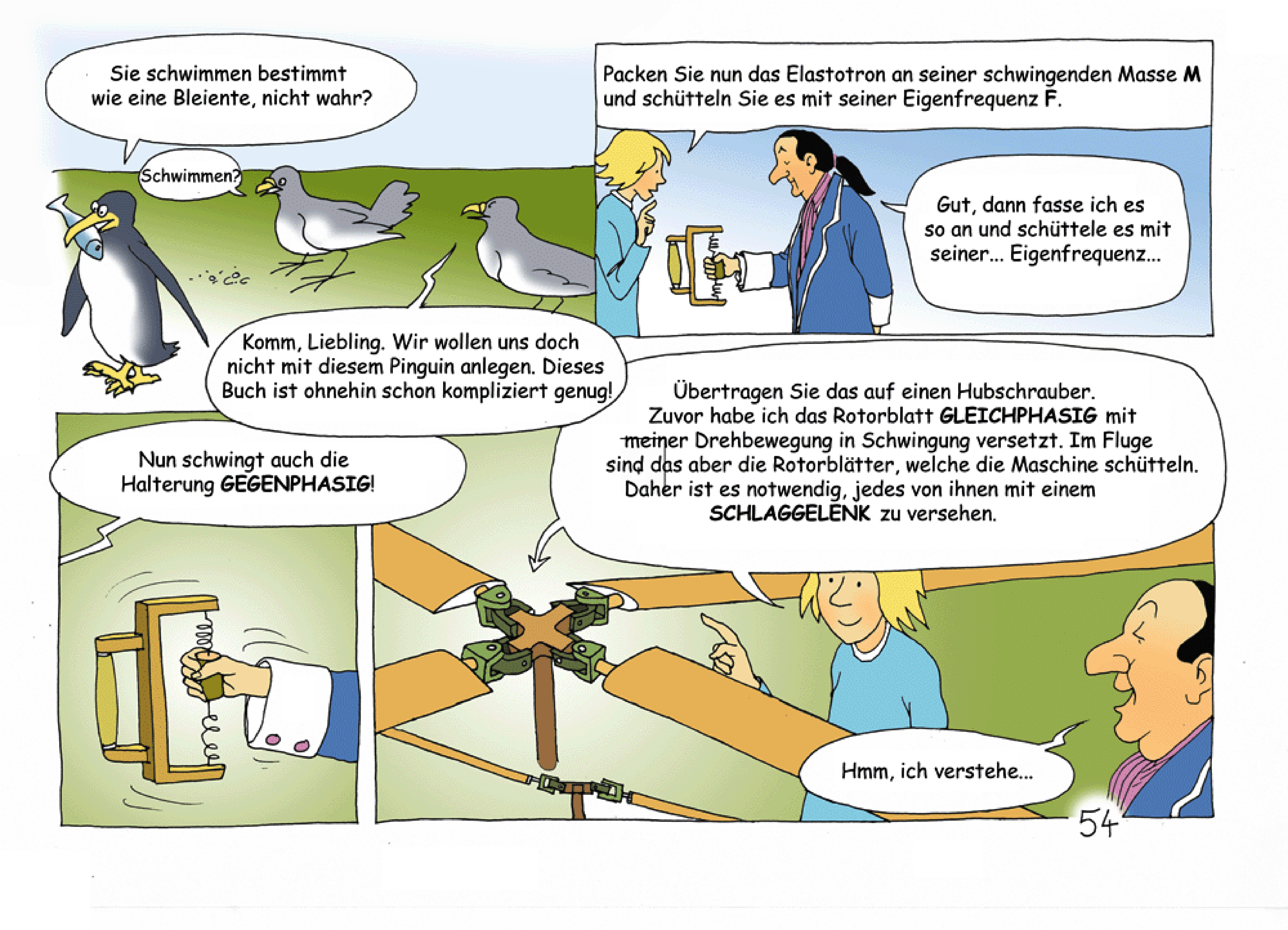
Meister Panglos, ich glaube, ich habe verstanden! Angenommen, ich bewege dieses Rotorblatt an seiner Basis mit derselben Frequenz auf und ab, mit der ich mich gleichzeitig um meine eigene Achse drehe, dann pflanzt sich diese Schwingung entlang des Blattes fort. Durch das Zusammenwirken von Trägheit und Elastizität erfolgt dies um 90° verspätet.
Position der Hand
Position der Blattspitze
Mein Gott!
Die Gelehrten sagen, so verhält sich ein **SYSTEM ZWEITER ORDNUNG**.


Ich muß zugeben, dass diese hinreichende Erklärung meine Vorstellungskraft übersteigt...
Meister, dank dieses Geräts namens **ELASTOTRON** werden Sie gleich verstehen.
M
Fragen Sie sich nicht, wozu ein solches Gerät gut sein könnte: Sein einziger Zweck besteht darin, das sonderbare Verhalten der Rotorblätter eines Hubschraubers zu erklären.
Ich dachte, wir würden hier Strömungsphysik betreiben?


Ich erklär´s Ihnen: Wenn ich die Masse **M** aus ihrem Ruhezustand bringe, dann schwingt sie mit einer Frequenz die man **EIGENFREQUENZ DES SYSTEMS** nennt.


Periode T
M
Frequenz
F = 1/T


Wenn ich nun das Gerät eben mit der **FREQUENZ F** auf und ab schüttele, dann „antwortet" die Masse **M GEGENPHASIG**.
M
Inwiefern geht Sie Strömungsphysik überhaupt etwas an?



Sie schwimmen bestimmt wie eine Bleiente, nicht wahr?
Schwimmen?
Komm, Liebling. Wir wollen uns doch nicht mit diesem Pinguin anlegen. Dieses Buch ist ohnehin schon kompliziert genug!
Packen Sie nun das Elastotron an seiner schwingenden Masse **M** und schütteln Sie es mit seiner Eigenfrequenz **F**.
Gut, dann fasse ich es so an und schüttele es mit seiner... Eigenfrequenz...
Nun schwingt auch die Halterung **GEGENPHASIG**!
Übertragen Sie das auf einen Hubschrauber. Zuvor habe ich das Rotorblatt **GLEICHPHASIG** mit meiner Drehbewegung in Schwingung versetzt. Im Fluge sind das aber die Rotorblätter, welche die Maschine schütteln. Daher ist es notwendig, jedes von ihnen mit einem **SCHLAGGELENK** zu versehen.
Hmm, ich verstehe...



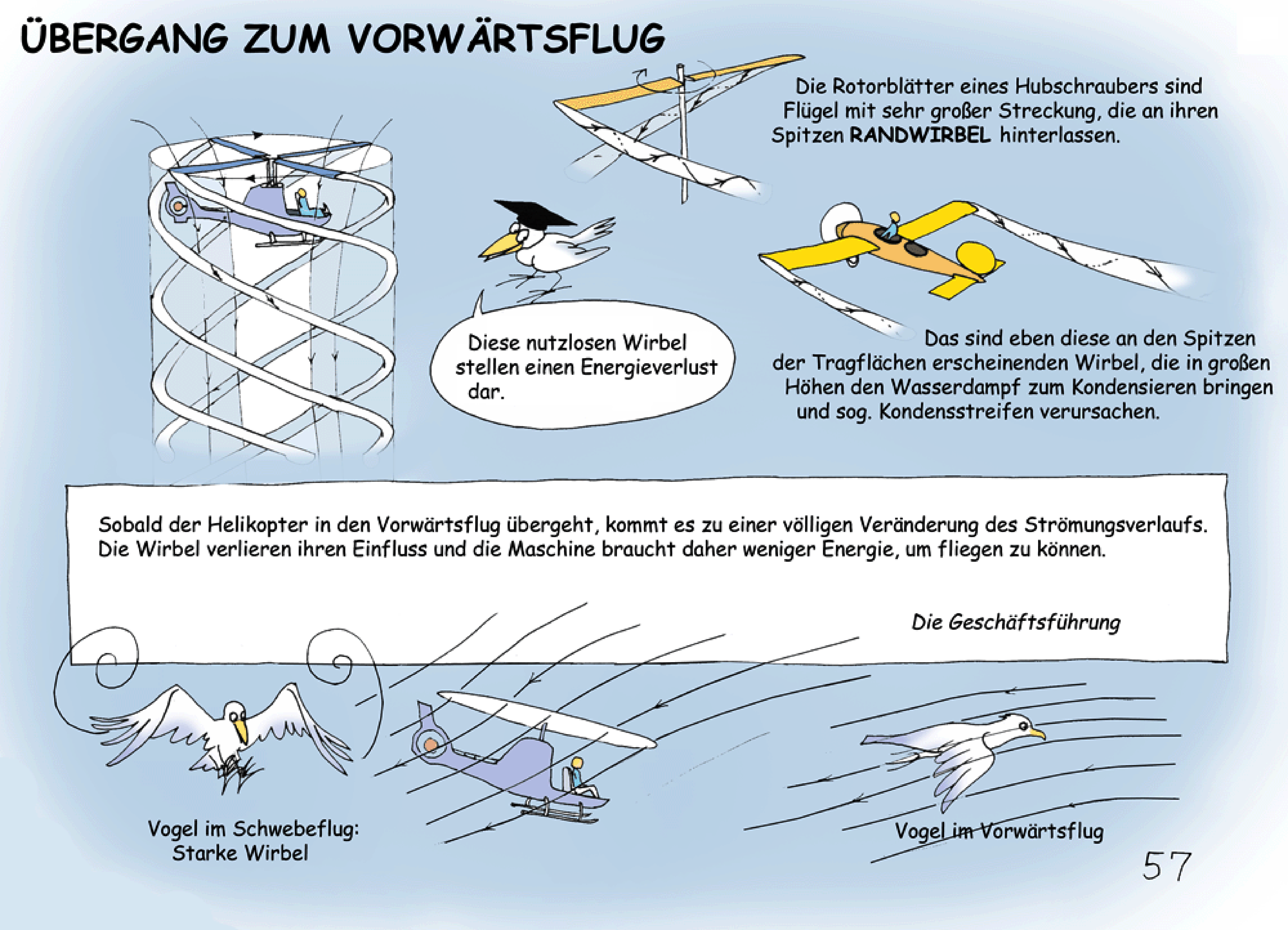
(*) Schon bei den ersten Flügen seines **AUTOGIROS** mußte der Spanier **DE LA CIERVA** seine Rotorblätter schnellstens mit einem solchen System von gedämpften Gelenken versehen, weil der Rotor zu zerbrechen drohte.


Ich frage mich, was Kandide wohl gerade tut? Schon seit einer Weile haben wir nichts mehr von ihm gehört. Das macht mich stutzig.
Fragst Du Dich etwa, was er noch alles erfunden haben könnte?


Es hat ihm nie an subversiven Einfällen gefehlt.
Gut, er mag ja ein guter Ingenieur sein...


...aber seine Ideen zu interstellaren Reisen mag ich gar nicht!


Und sowieso: Ob Doktor der Physik oder nicht, meine Tochter wird nie einen gemeinen Bürgerlichen heiraten!


ÜBERGANG ZUM VORWÄRTSFLUG
Die Rotorblätter eines Hubschraubers sind Flügel mit sehr großer Streckung, die an ihren Spitzen RANDWIRBEL hinterlassen.
Diese nutzlosen Wirbel stellen einen Energieverlust dar.
Das sind eben diese an den Spitzen der Tragflächen erscheinenden Wirbel, die in großen Höhen den Wasserdampf zum Kondensieren bringen und sog. Kondensstreifen verursachen.
Sobald der Helikopter in den Vorwärtsflug übergeht, kommt es zu einer völligen Veränderung des Strömungsverlaufs. Die Wirbel verlieren ihren Einfluss und die Maschine braucht daher weniger Energie, um fliegen zu können.
Die Geschäftsführung
Vogel im Schwebeflug: Starke Wirbel
Vogel im Vorwärtsflug
57



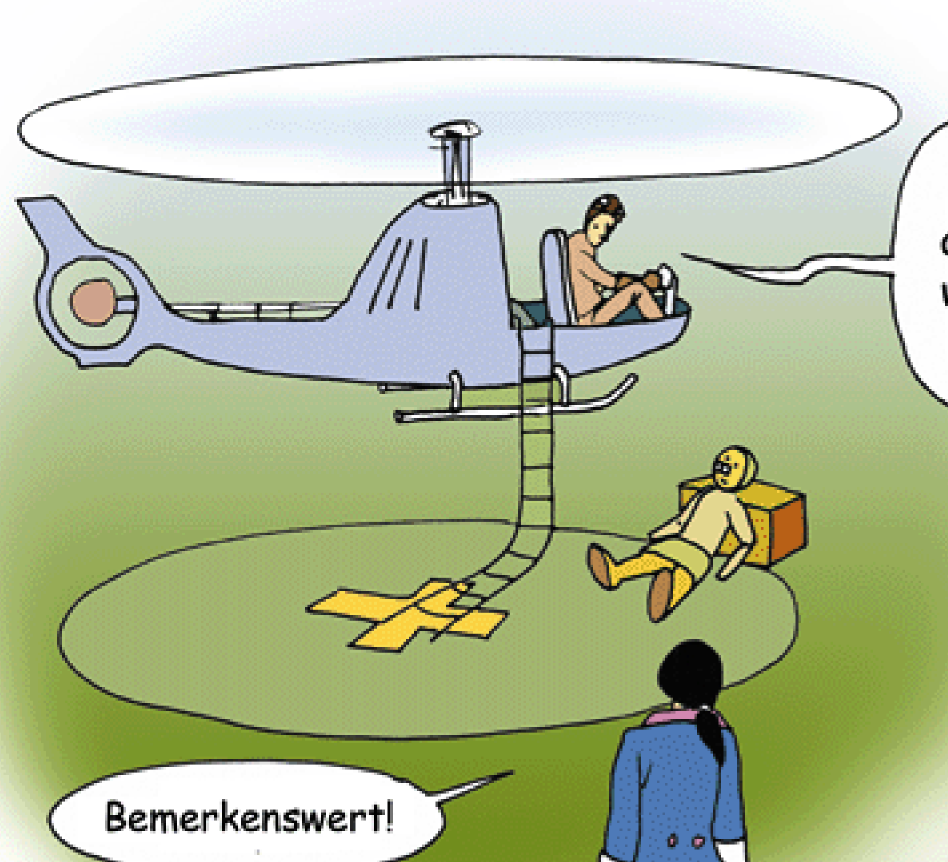
Während des Vorwärtsflugs durchströmt die Luft unser Gefieder mit weniger Wirbeln. Zwar lenken wir immer noch die Luft nach unten, doch brauchen wir hierfür weit weniger Energie.

Und wie ist es beim umgekehrten Übergang?

Das ist nicht schwierig! Angenommen, Du siehst etwas interessantes da unten, einen Fisch z.B...

...dann ziehst Du hoch, um Deine Geschwindigkeit zu reduzieren und in der Luft zu stehen...

...und dann kehrst Du zum Schwebeflug zurück, bei dem Du starke Wirbel verursachst und daher mehr Energie verbrauchst.

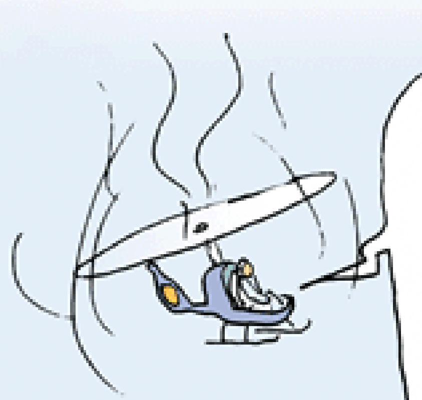


Meister Panglos, nun bin ich wirklich bereit. Meine Maschine ist außerordentlich stabil und wendig. Sobald Kunigunde eingestiegen ist, werde ich mich schnellstens aus der Reichweite der Bogenschützen des Herrn Baron entfernen.

Für den Anflug brauche nur hoch genug anzukommen. Die Leute schauen nie nach oben. Und dann werde ich schnell zur Terrasse hinunter sinken.



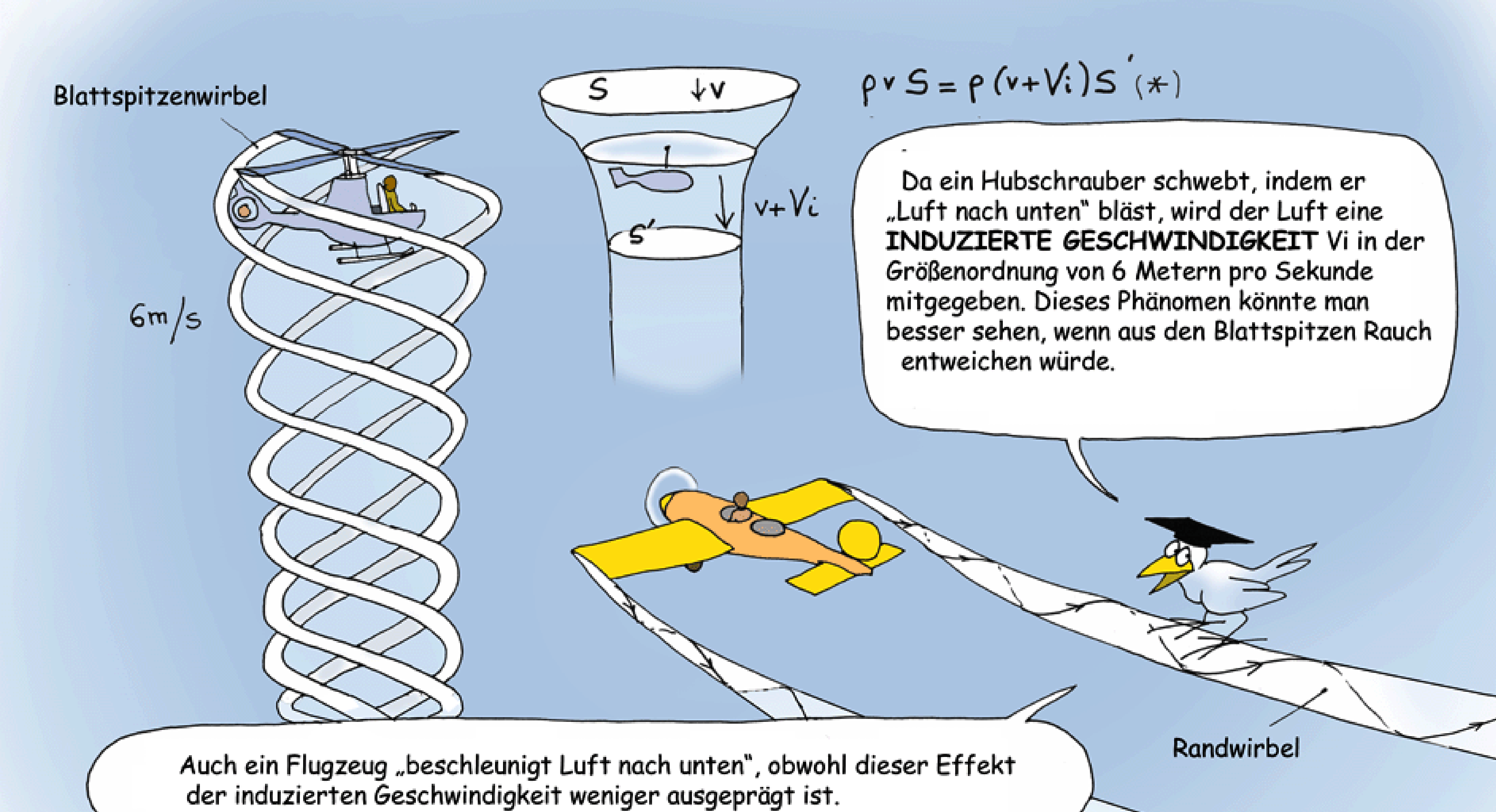




Ich habe den Eindruck, daß mein Hubschrauber auf einer formlosen, vollkommen instabilen Masse aufliegt. Ich muß schnellstens da raus! Es scheint wirklich keine gute Idee zu sein, schnell senkrecht runterzukommen!

Meister Panglos, ich habe das Ziel verfehlt!
Rein senkrecht zu landen, geht nicht!

INDUZIERTE GESCHWINDIGKEIT



(*) Diese Gleichung drückt die Erhaltung des Luftstroms bei konstanter Dichte **ρ** aus. Daraus folgt, daß der Querschnitt **S´** kleiner als der Querschnitt **S** ist.

Jegliche **VERWIRBELUNG** bedeutet einen Energieverlust. Der Vorwärtsflug stört die Entstehung des Wirbelgebiets. Daher verbraucht man mit dieser Methode, die Höhe zu halten weniger Energie.

Flugleistungsbedarf

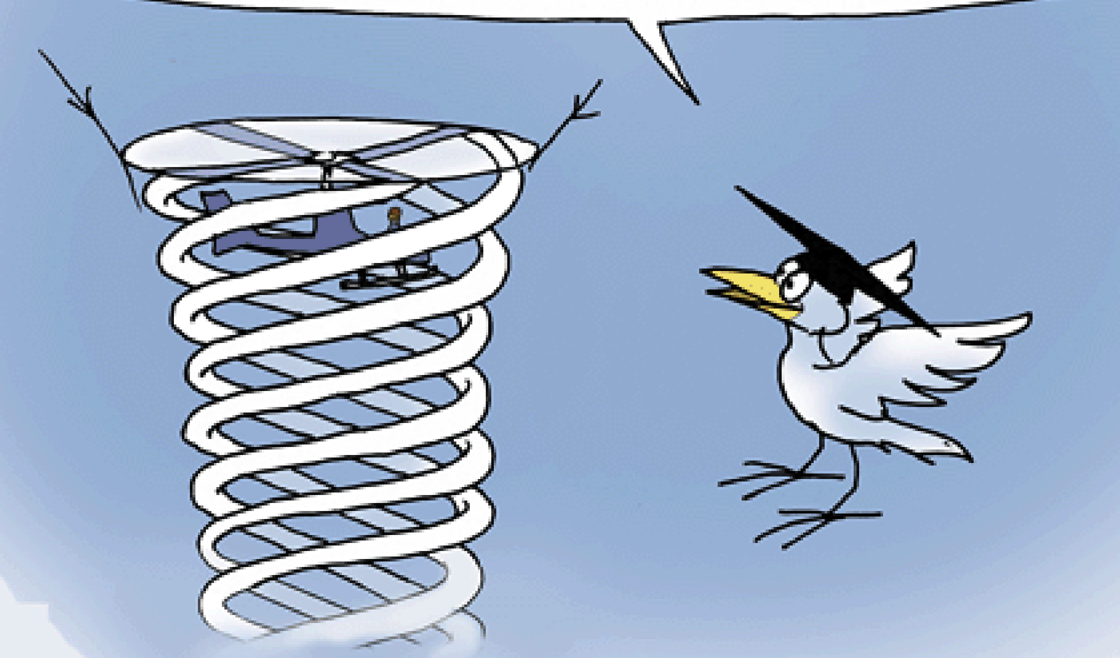
Horizontale Geschwindigkeit

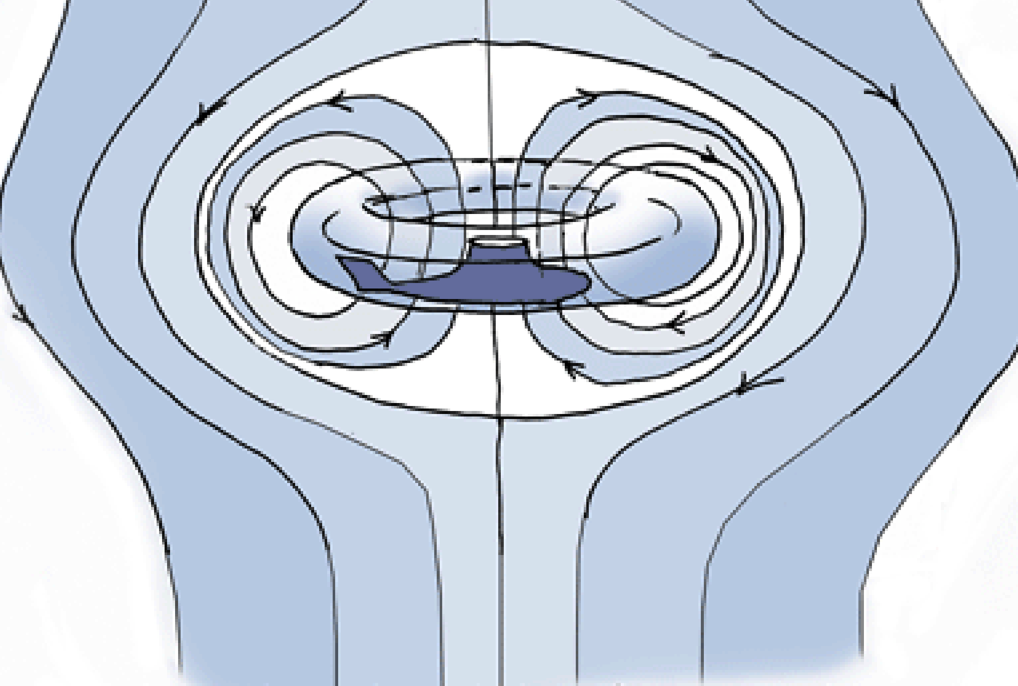
0



Geringere Verluste durch die Blattspitzenwirbel

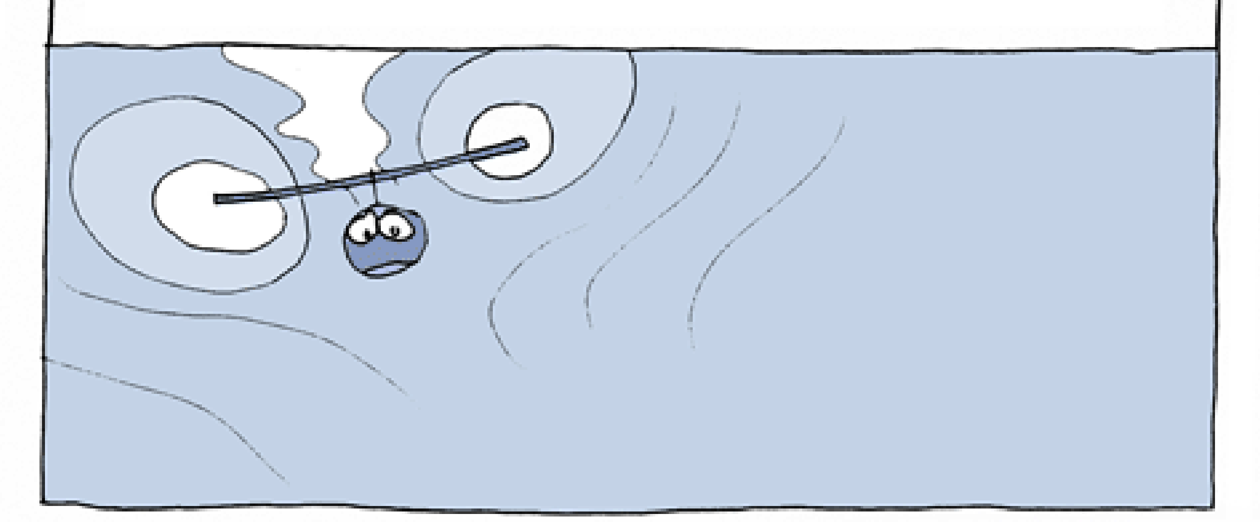
Die Wirbel treten miteinander in Wechselwirkung, wenn der Hubschrauber im vertikalen Sinkflug die Geschwindigkeit von $\frac{1}{4}V_i$ erreicht.



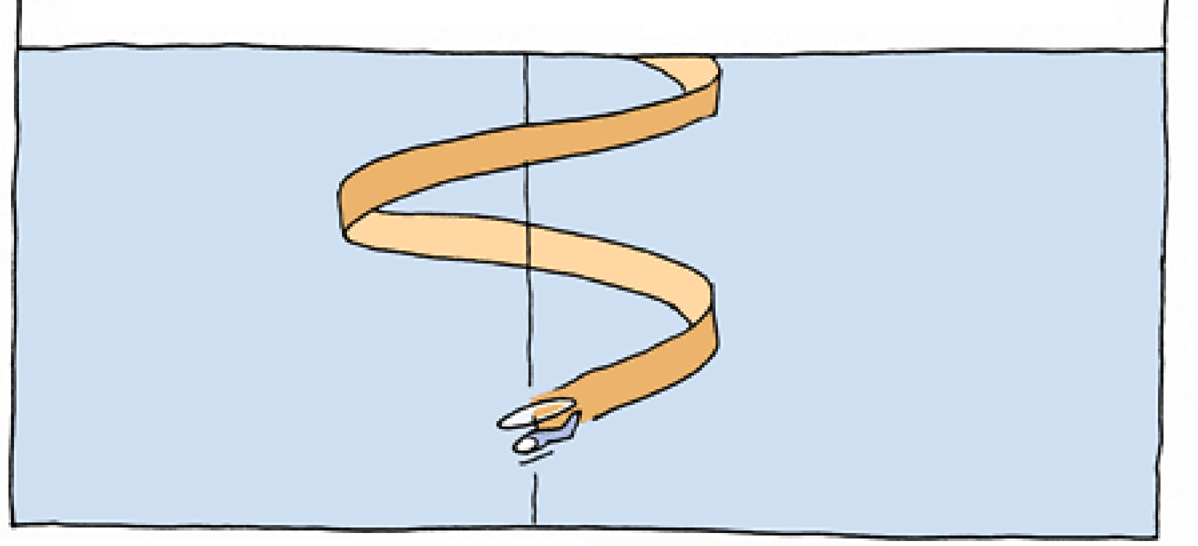


Wenn die Sinkgeschwindigkeit $\frac{3}{4}$ Vi erreicht, verschmelzen die Verwirbelungen zu einem dicken, ringförmigen **Wirbel**.

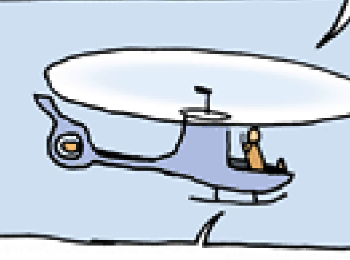
Durch den Rotor strömt nun genauso viel Luft aufwärts wie abwärts. Der resultierende Durchfluss ist also unterbrochen. Die Energieverluste steigen. Diese Konfiguration ist sehr instabil.



Auch beim „Hinabstoßen" auf einen Landeplatz bevorzugen Piloten daher einen spiralförmigen Anflug, um so im Vorwärtsflug zu bleiben.



Ergo: Ich werde den Turm im Vorwärtsflug anfliegen. Im letzten Augenblick werde ich meine Geschwindigkeit reduzieren und zum Schwebeflug übergehen und dann mit moderater Sinkgeschwindigkeit, sagen wir mit einem Meter pro Sekunde, sinken.



Das alles, um dieses gefährliche **WIRBELRINGSTADIUM** zu vermeiden.

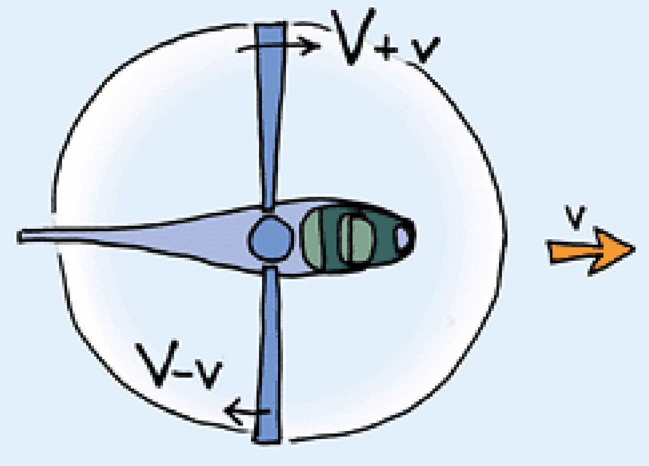
Und nun zurück zu unseren Testflügen!

STRÖMUNGSABRISS AM RÜCKLAUFENDEN BLATT

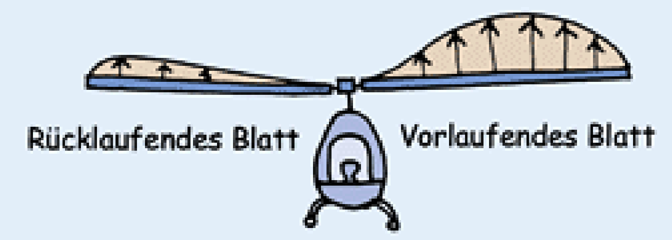




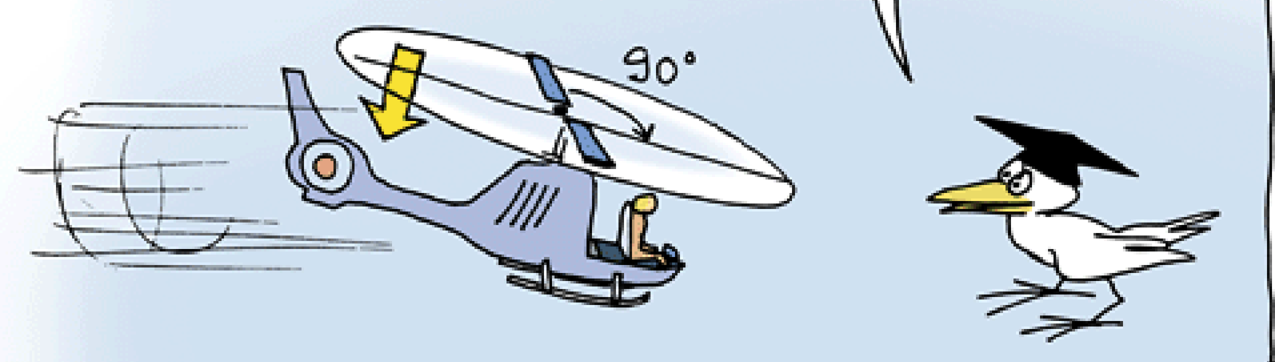




Es sei **V** die Umfangsgeschwindigkeit des Blatts und **v** die Fluggeschwindigkeit des Hubschraubers. Die Geschwindigkeit des **LUFTSTROMES**, der auf das **VORLAUFENDE BLATT** trifft, ist **V + v**. Für das **RÜCKLAUFENDE BLATT** gilt **V – v**. Daher sind beide Blätter unterschiedlichen Druckkräften unterworfen.

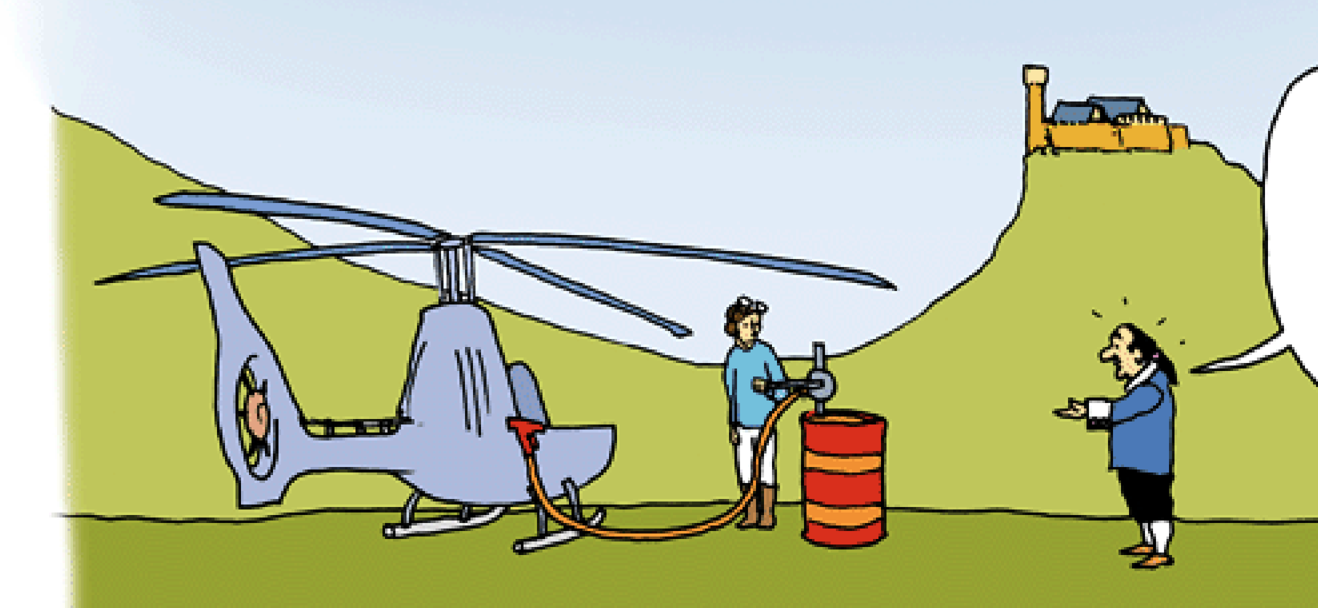


Man wäre versucht zu glauben, daß der Hubschrauber bei großen Geschwindigkeiten dazu neigen könnte, sich auf die Seite zu legen. Aber wegen der 90°-Phasenverschiebung der Reaktionen des Hubschraubers neigt dieser eigentlich dazu, sich aufzubäumen.



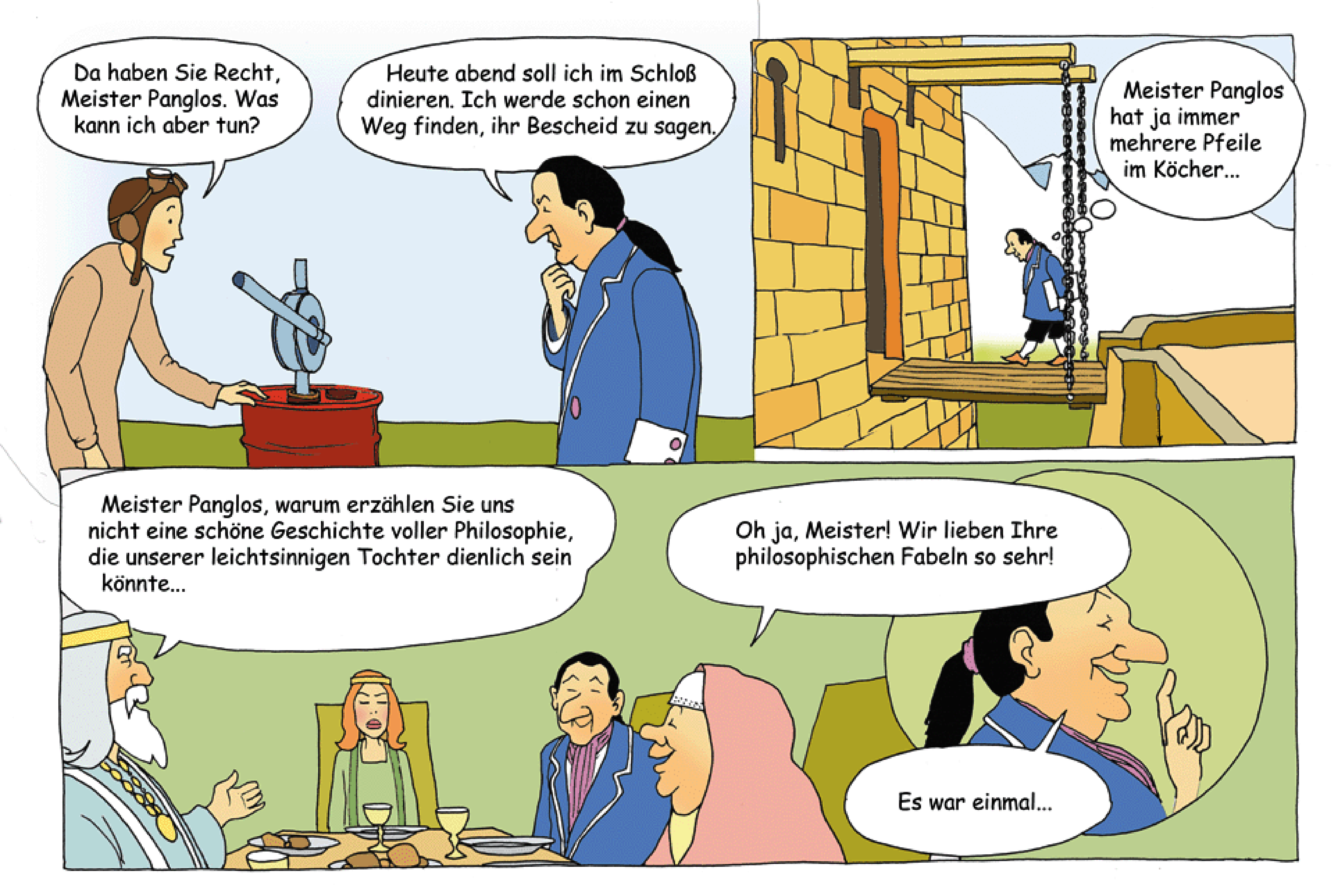
Je nach Land ist die Drehrichtung der Rotoren unterschiedlich. So befindet sich in Frankreich das vorlaufende Blatt immer links, auf amerikanische Maschinen ist es rechts (*). Dies ändert aber nichts an dem, was hier gesagt wurde.

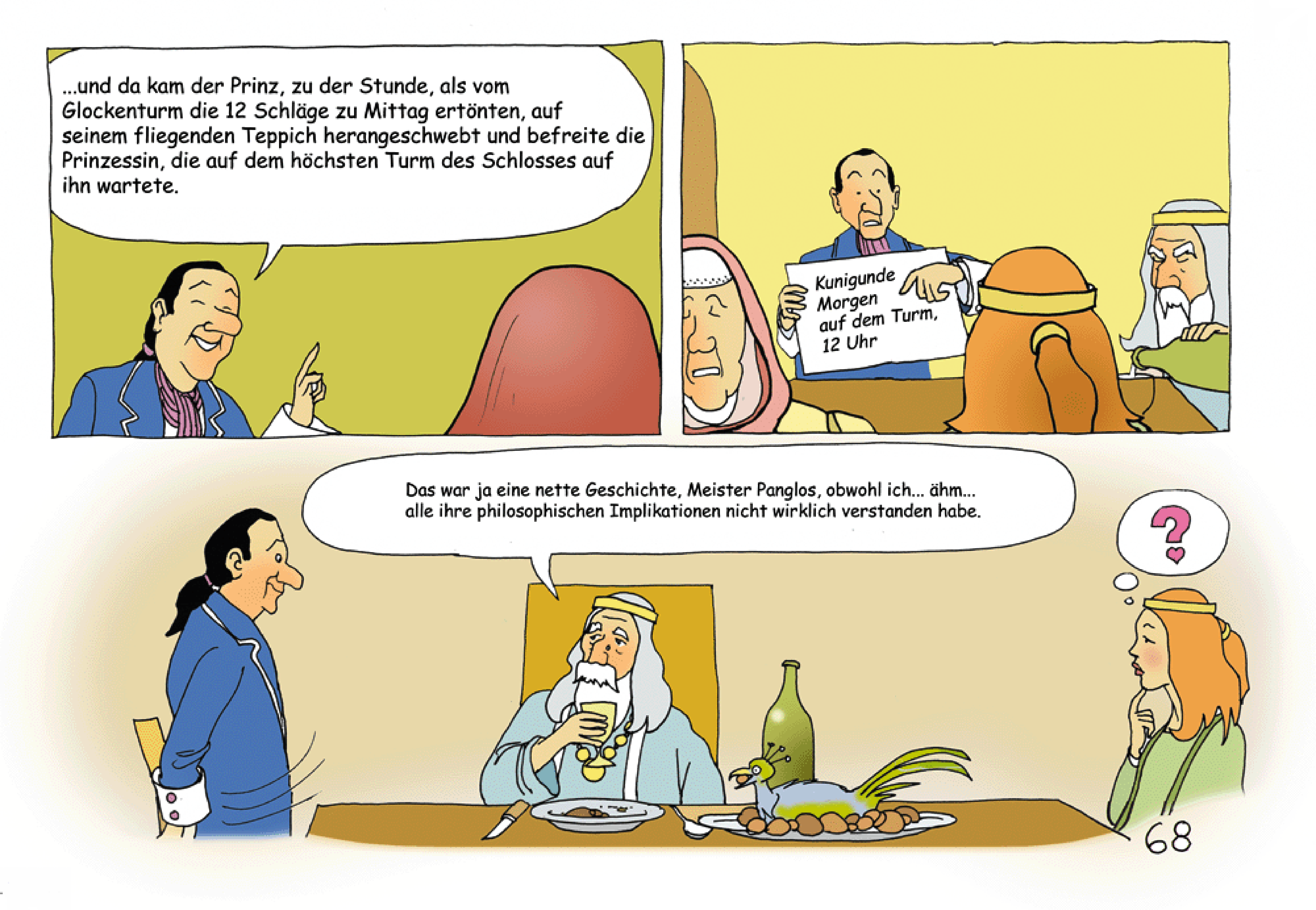
Die Geschäftsleitung

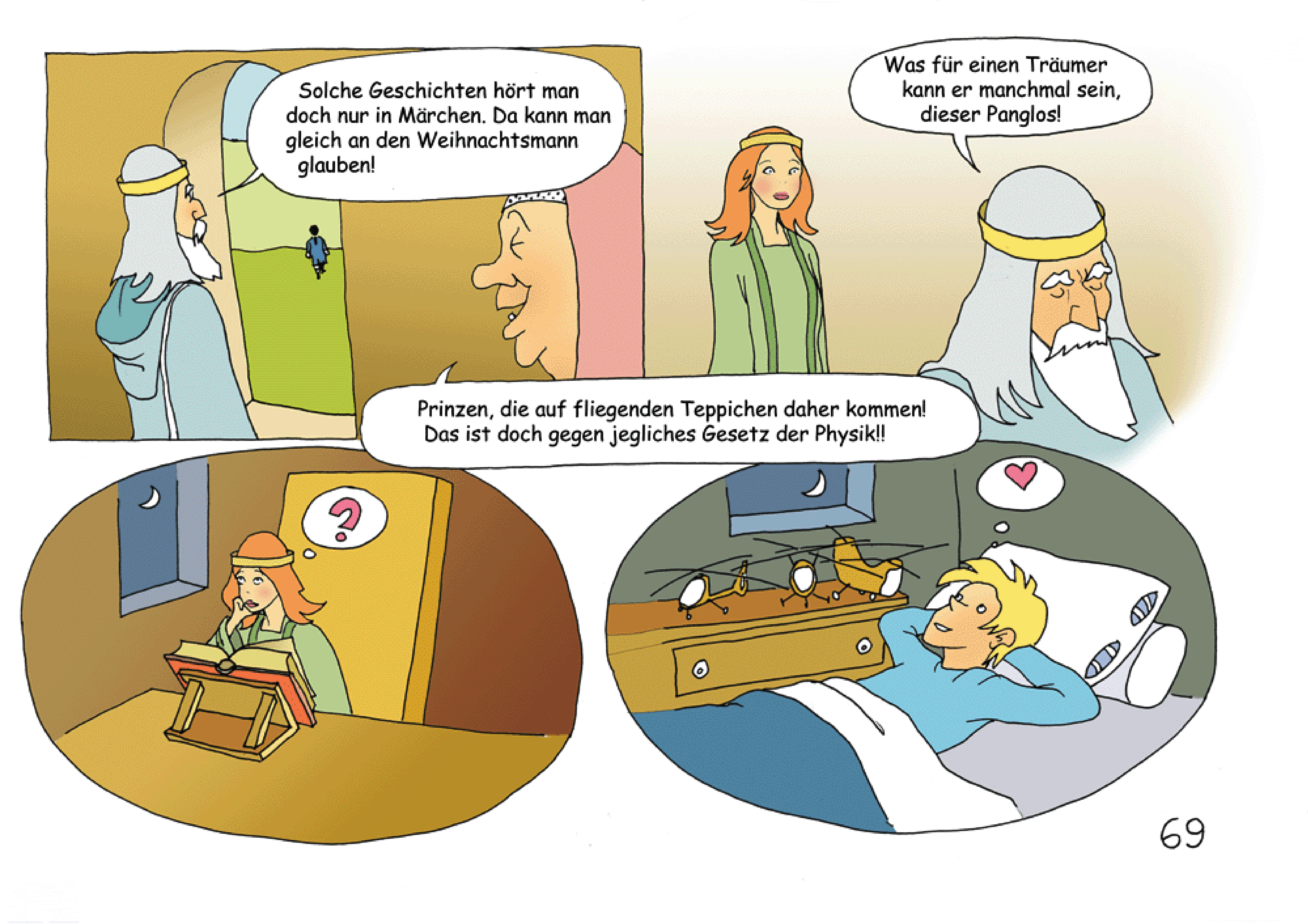


Kandide, mir fällt etwas ein! Von ihrem Vorhaben weiß der Baron nichts, aber Fräulein Kunigunde auch nicht! Wie können Sie wissen, daß sie tatsächlich auf dem Dach sein wird, wenn Sie dort landen werden?

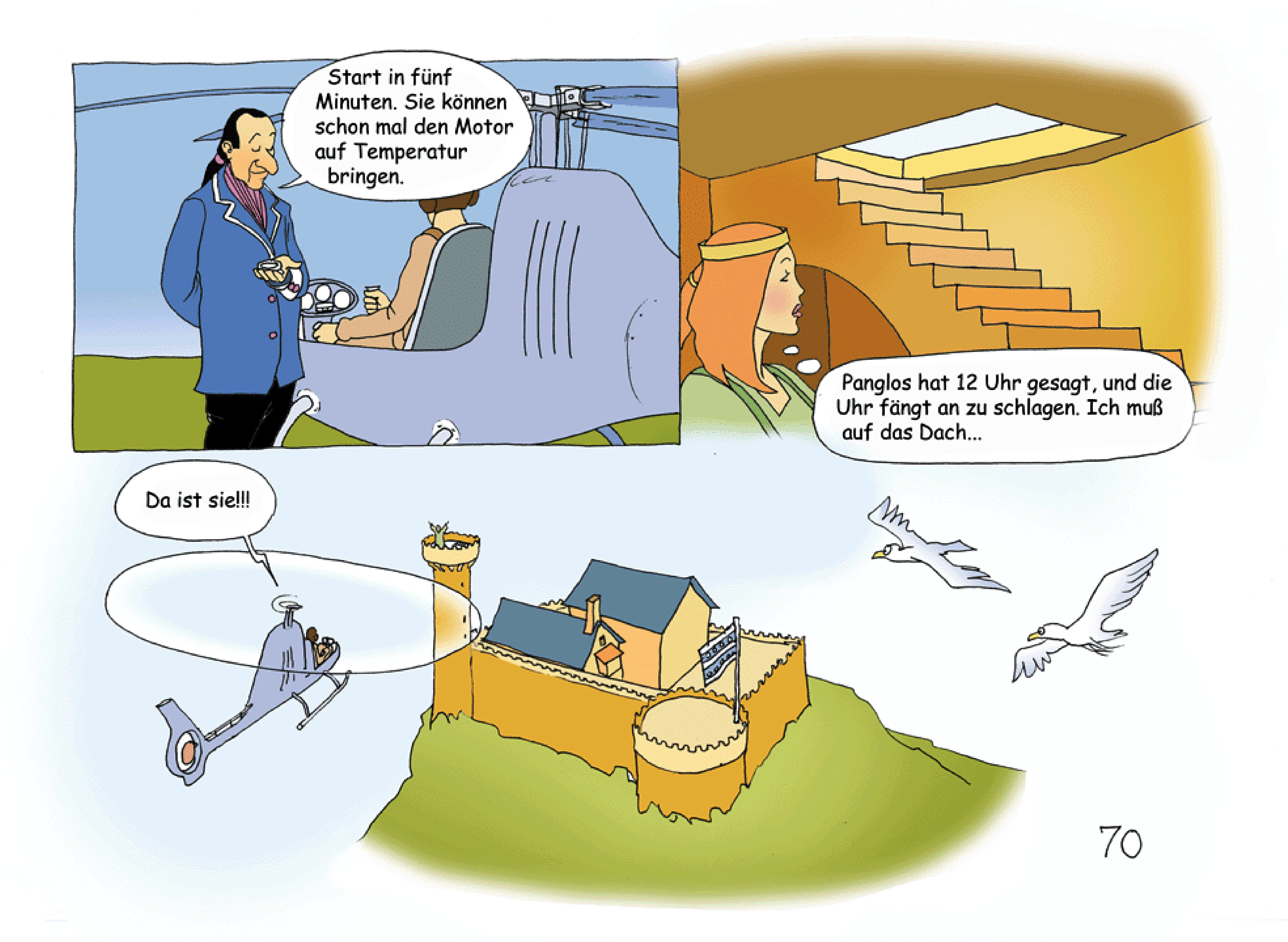
(*) Das vorlaufende Blatt früherer deutscher Maschinen (2. WK) befand sich auch rechts. Die Hubschrauberentwicklungen von Eurocopter sind links- bzw. rechtsdrehend, je nachdem, ob sie auf MBB- oder Aérospatiale-Entwicklungen zurückgehen. (Anm. d. Ü.)

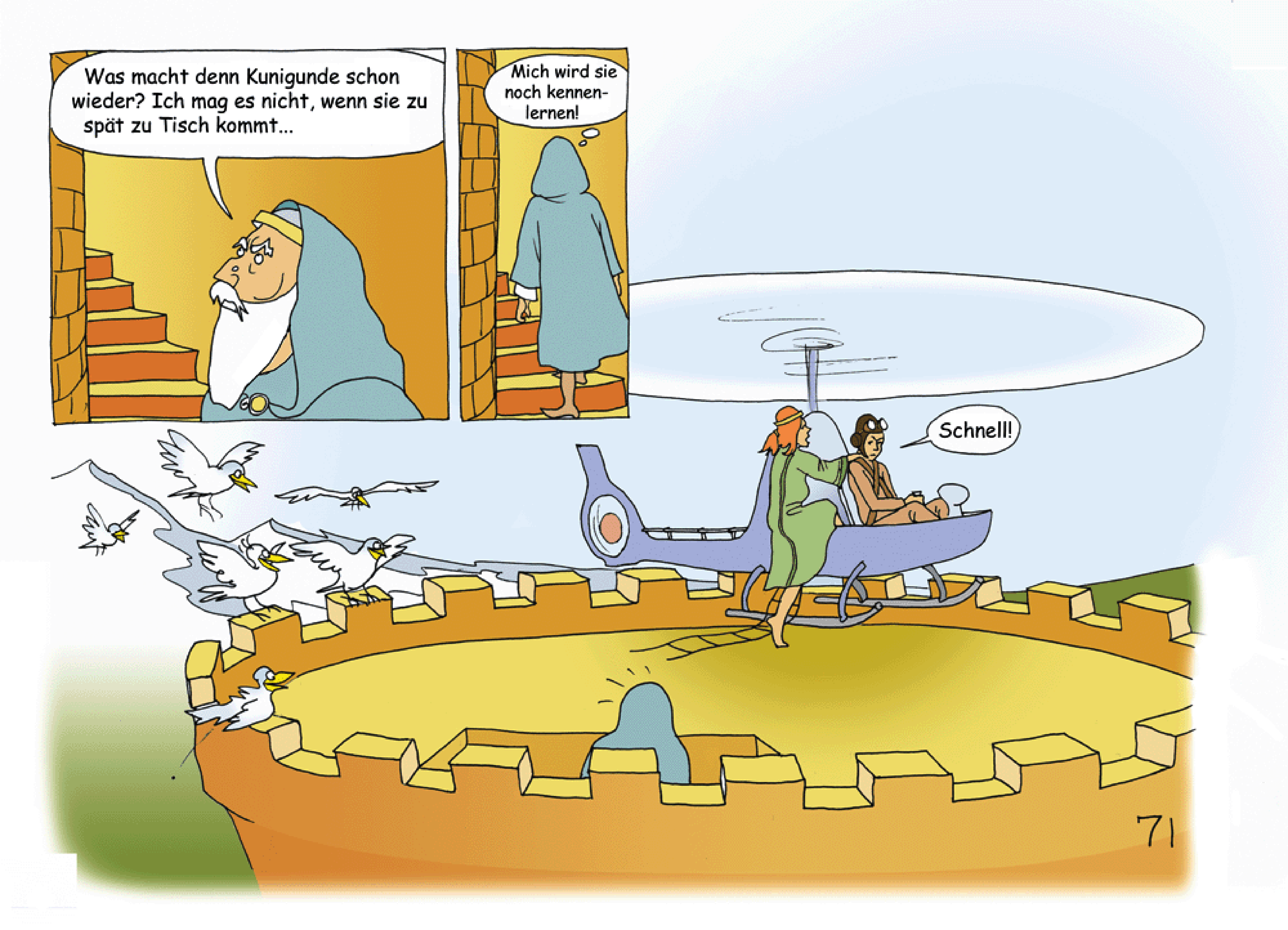

Da haben Sie Recht, Meister Panglos. Was kann ich aber tun?
Heute abend soll ich im Schloß dinieren. Ich werde schon einen Weg finden, ihr Bescheid zu sagen.
Meister Panglos hat ja immer mehrere Pfeile im Köcher...
Meister Panglos, warum erzählen Sie uns nicht eine schöne Geschichte voller Philosophie, die unserer leichtsinnigen Tochter dienlich sein könnte...
Oh ja, Meister! Wir lieben Ihre philosophischen Fabeln so sehr!
Es war einmal...


...und da kam der Prinz, zu der Stunde, als vom Glockenturm die 12 Schläge zu Mittag ertönten, auf seinem fliegenden Teppich herangeschwebt und befreite die Prinzessin, die auf dem höchsten Turm des Schlosses auf ihn wartete.
Kunigunde Morgen auf dem Turm, 12 Uhr
Das war ja eine nette Geschichte, Meister Panglos, obwohl ich... ähm... alle ihre philosophischen Implikationen nicht wirklich verstanden habe.
?

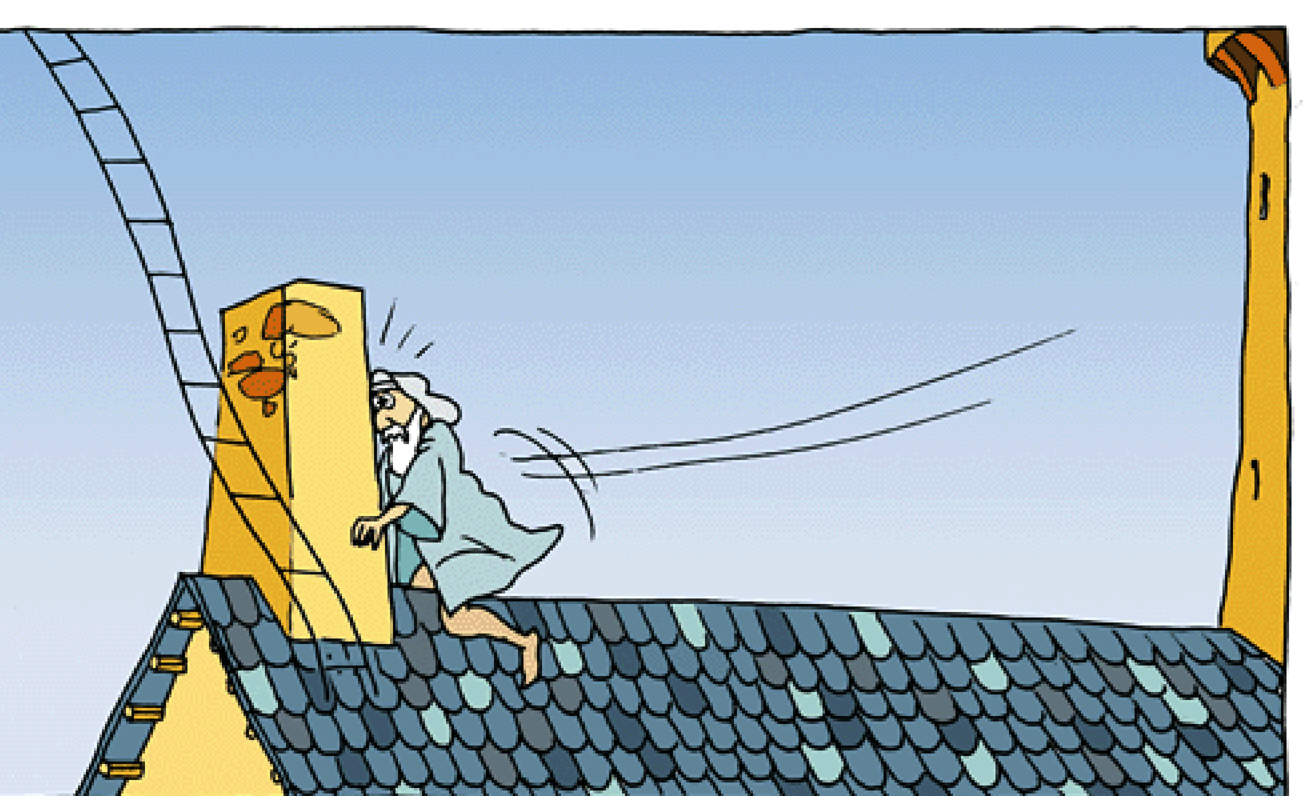


Solche Geschichten hört man doch nur in Märchen. Da kann man gleich an den Weihnachtsmann glauben!
Was für einen Träumer kann er manchmal sein, dieser Panglos!
Prinzen, die auf fliegenden Teppichen daher kommen! Das ist doch gegen jegliches Gesetz der Physik!!
?

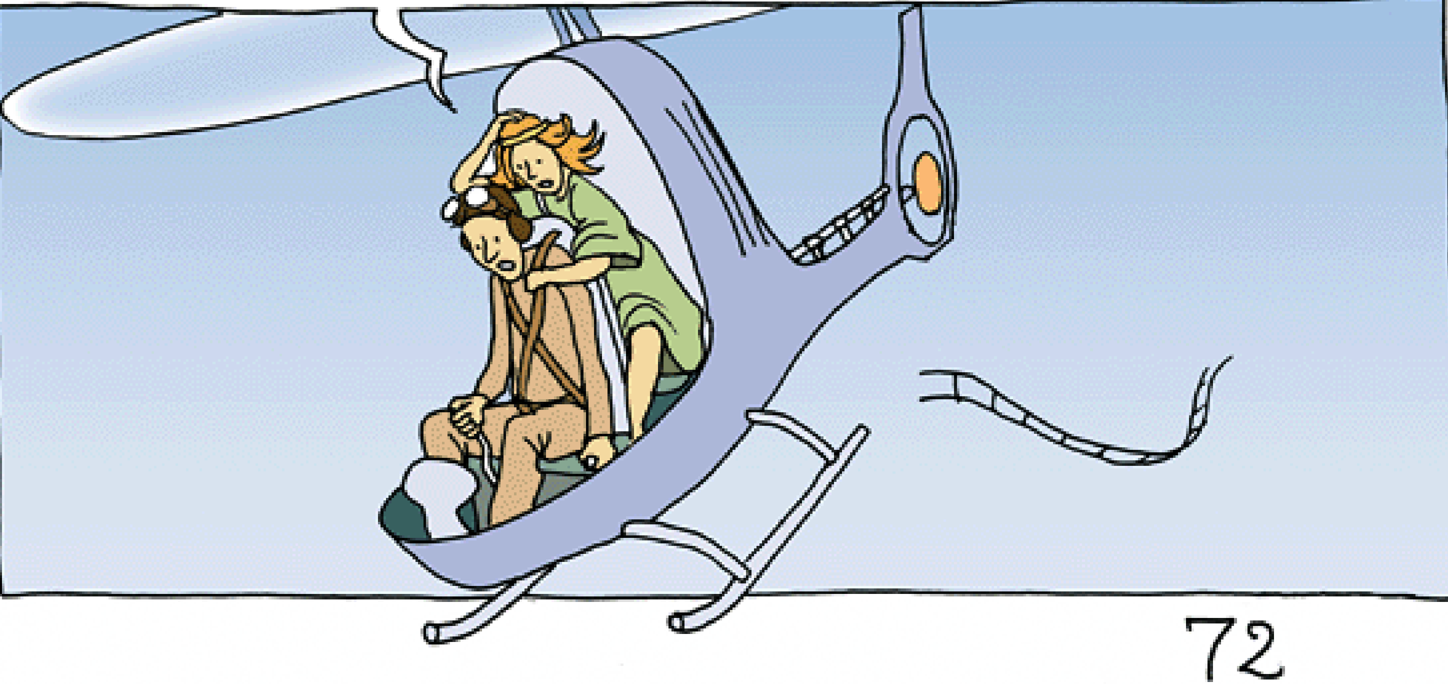

Start in fünf Minuten. Sie können schon mal den Motor auf Temperatur bringen.
Panglos hat 12 Uhr gesagt, und die Uhr fängt an zu schlagen. Ich muß auf das Dach...
Da ist sie!!!

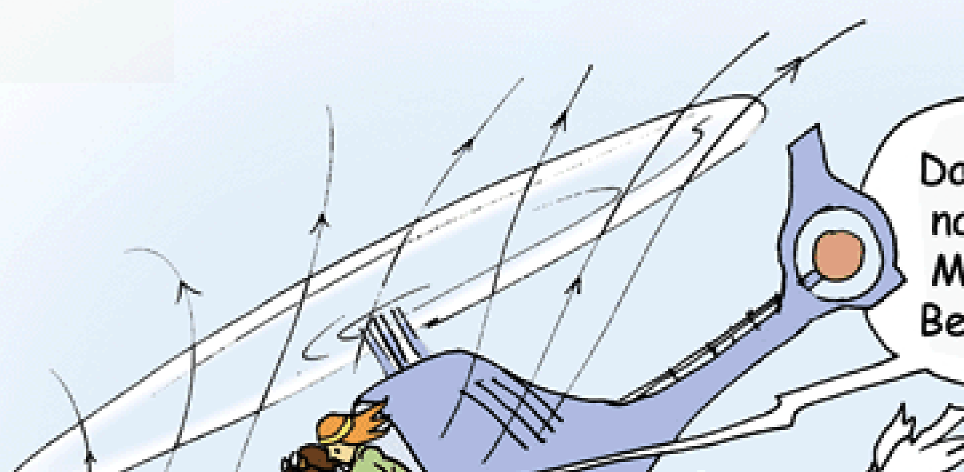

Was macht denn Kunigunde schon wieder? Ich mag es nicht, wenn sie zu spät zu Tisch kommt...
Mich wird sie noch kennen-lernen!
Schnell!


Kunigunde!
Komm sofort herunter!




Mama, schau mal, der Weihnachtsmann ist da!


Verflixt! Der Motor schwächelt! Es ist unbedingt erforderlich, die Drehgeschwindigkeit des Rotors, die Motordrehzahl und meine eigene Geschwindigkeit beizubehalten! Ich muß den kleinstmöglichen Anstellwinkel der Rotorblätter einstellen!



Das klappt! Der Luftstrom hat sich umgekehrt und fließt nun von unten nach oben. Wir sind in den **AUTOROTATIONSBEREICH** gewechselt: Mein Hubschrauber funktioniert jetzt wie ein Autogiro. Der antreibende Bereich der Blätter zieht den Rest mit.



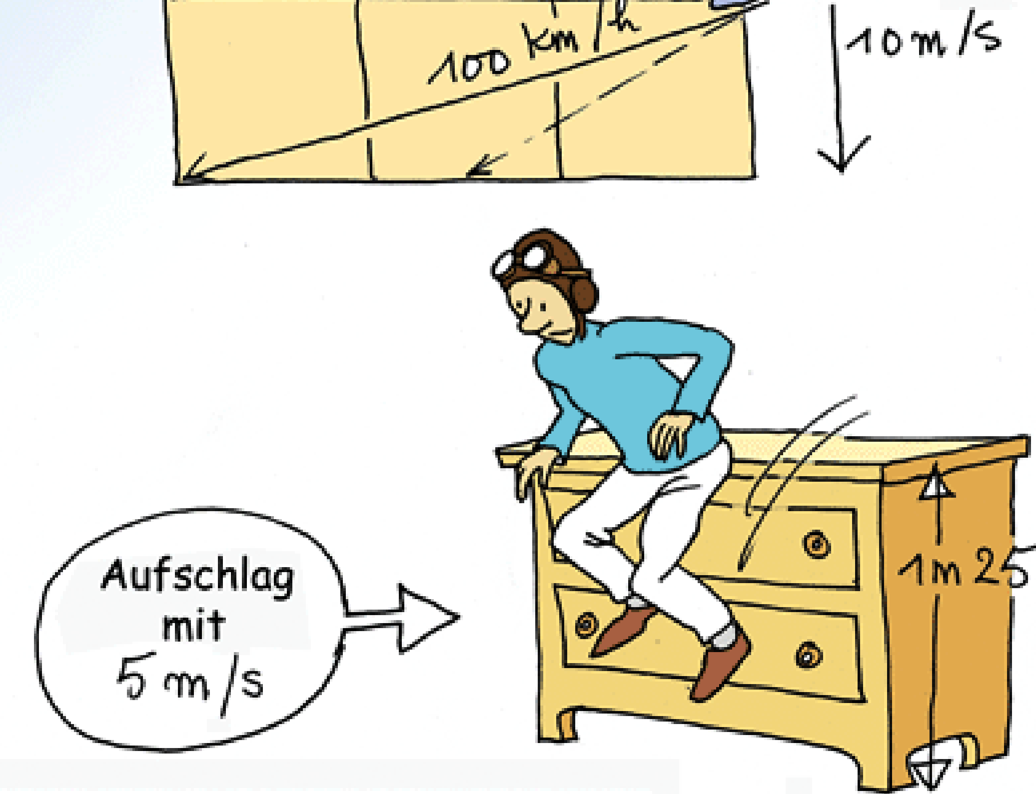
Ein Hubschrauber kann also... segeln?

Sieht so aus!

Es geht aber verdammt schnell runter: 10 m/s. Nicht ganz wie ein Stein, aber fast.

Im Autorotationsflug besitzt ein Hubschrauber eine Geschwindigkeit von 100km/h, was eine **GLEITZAHL** von **3** entspricht. Eine vertikale Autorotations-Landung hätte eine Sinkrate von 20 m/s und kein Mensch würde den Aufschlag überleben. Um das Ganze zu veranschaulichen: Ein Mensch kann ohne Weiteres eine Landung mit 5 m/s hinnehmen, was einem Sprung von einer Anrichte entspräche (*). Ein Aufschlag mit 10 m/s entspräche einem Sprung aus 5 Meter Höhe.

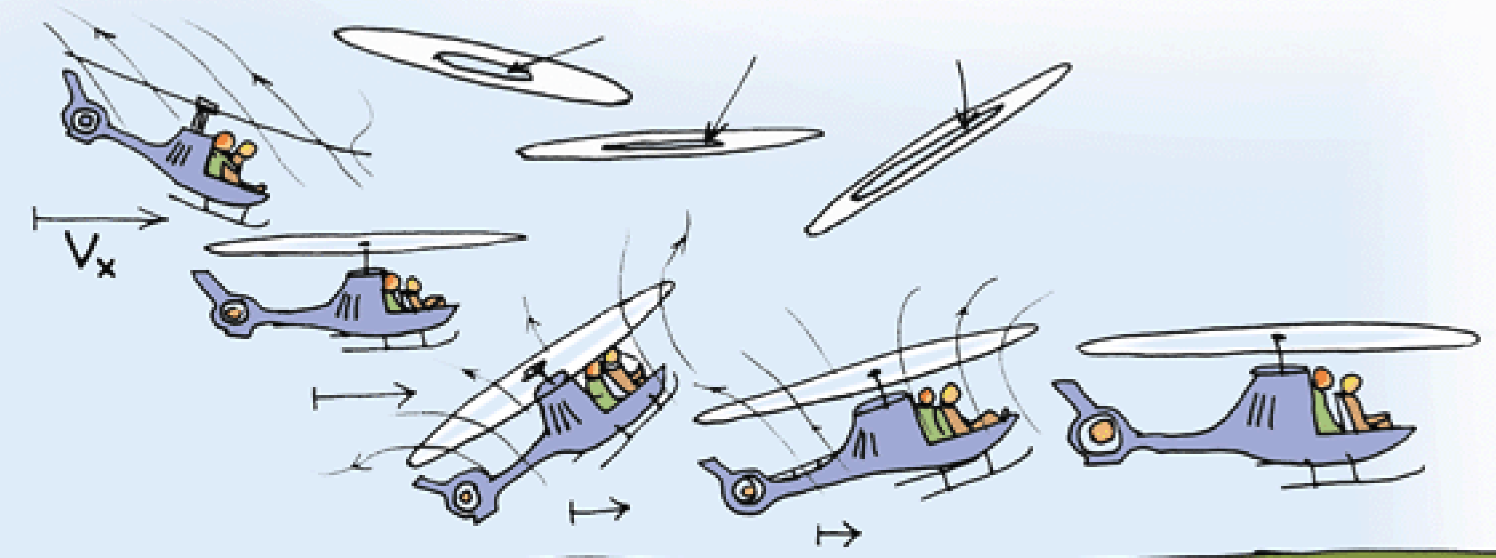
Die Geschäftsleitung

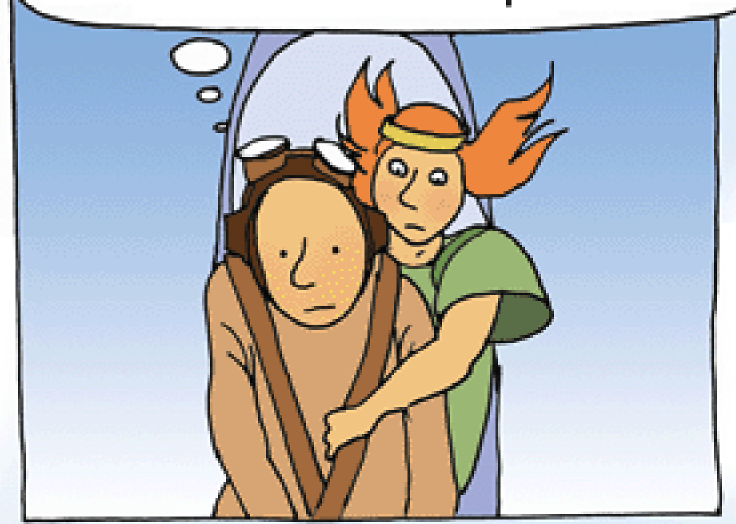


(*) $V_{(m/s)} = \sqrt{2gz} = \sqrt{20\,z}$ (in Meter)



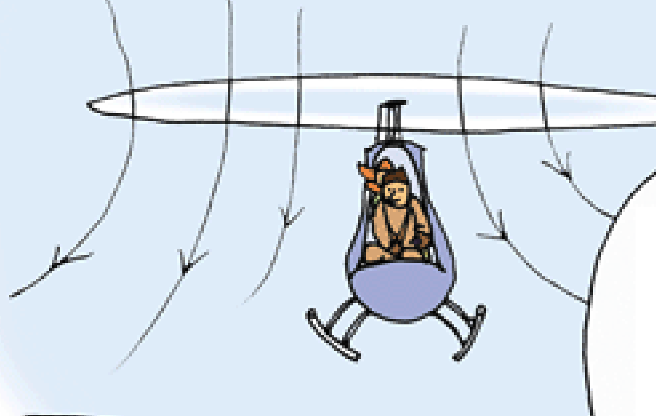
DAS ABFANGEN



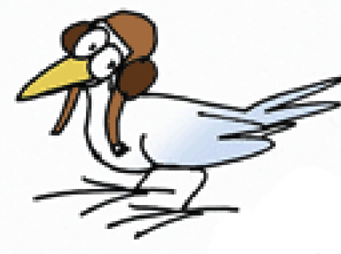


In zehn Meter Höhe zieht Kandide beherzt am Steuerknüppel und behält aber den kleinstmöglichen Blattanstellwinkel bei. Die Maschine hebt die Nase und die Rotorblätter werden vom Wind in einem viel größeren Einfallwinkel angeströmt, was den autorotativen Antriebsbereich vergrößert. Hierdurch wird die kinetische Energie der Translation $\frac{1}{2}$ **M Vx**^{2} in Rotationsenergie umgewandelt. Dann drückt Kandide den Steuerknüppel nach vorne...

($\frac{1}{2} M V_x^2$ = kinetische Energie entlang Vx)

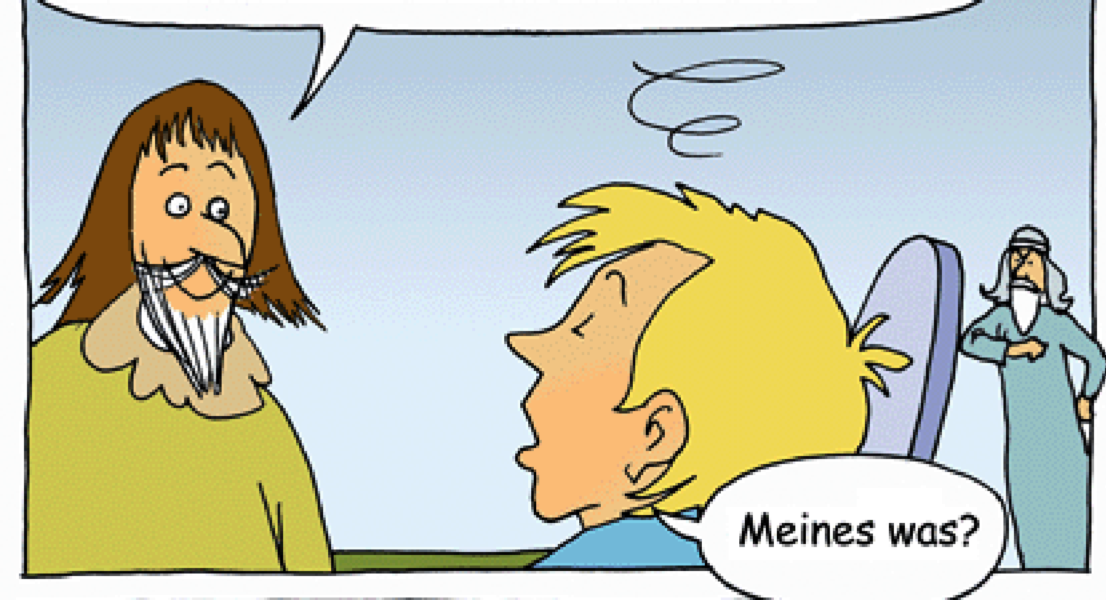


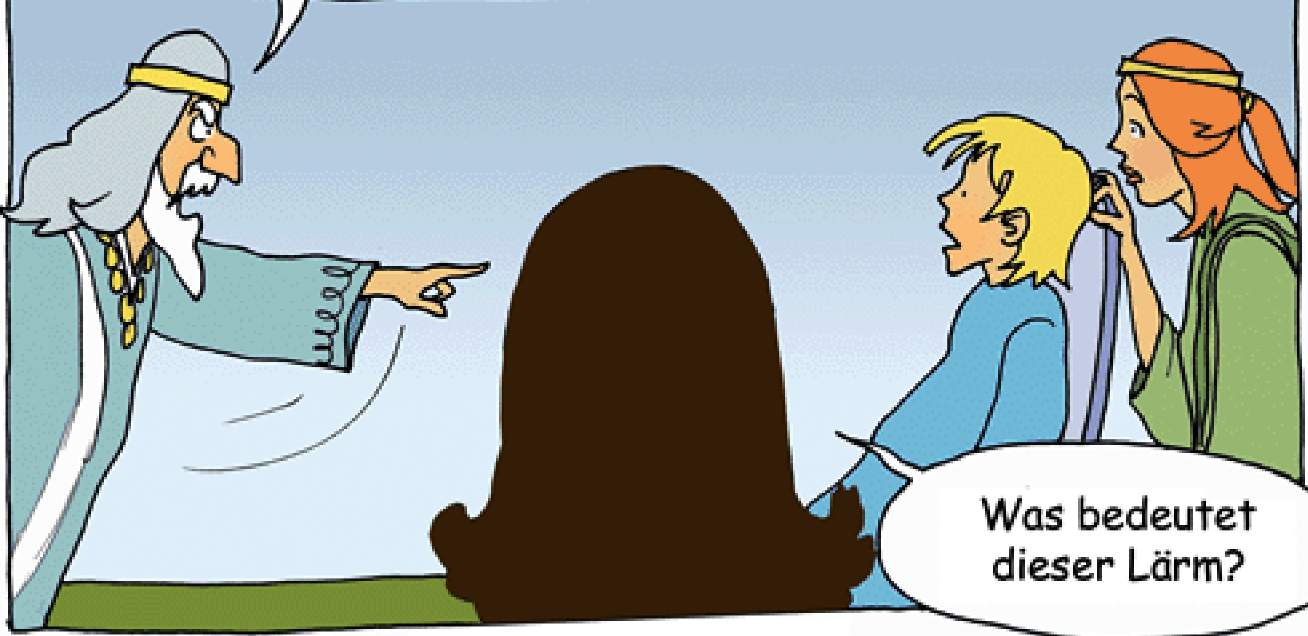
...und zieht den Kollektivhebel. Die Luftströmung kehrt sich um: Die Luft strömt nun nach unten, wodurch der Übergang vom „Drehflügelflugzeugbetrieb" zum „Hubschrauberbetrieb" stattfindet. Kandide nutzt dann den Bodeneffekt und die vom Rotor gespeicherte kinetische Energie (*).

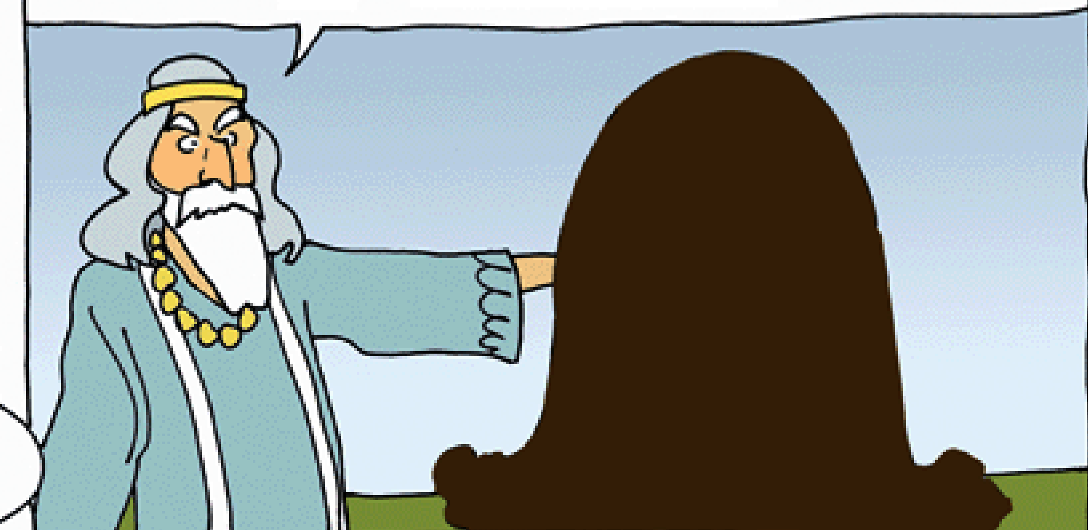


(*) Bei diesem Manöver wird aber auch viel Adrenalin verbraucht...


Mein Herr...


Die bemerkenswerte Vorführung Ihres fliegenden Habichts hat Seine Majestät sehr beeindruckt.
Meines was?


Ah, da bist Du ja, Du Schuft, Du gemeiner Verführer! In meinem Gefängnis wirst Du bis zum Ende Deiner Tage sitzen!
Was bedeutet dieser Lärm?

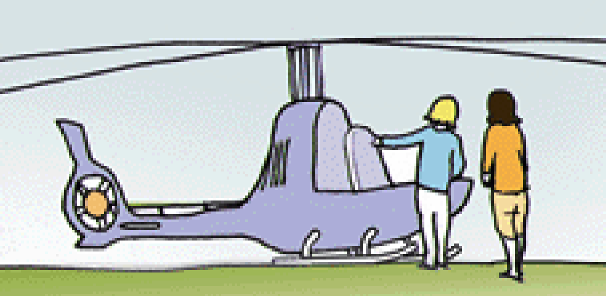

Majestät, ich hatte Sie nicht erkannt... Dieser Bursche will meine Tochter heiraten. Er kann aber keinen Stammbaum vorweisen, der ihn zu einem solchen Antrag berechtigen würde.


Wie langweilig dieser Baron sein kann! Endlich geschieht etwas Unterhaltsames und er hat nichts anderes im Kopf, als den Erfinder einzusperren. Nun werden wir das in die Hand nehmen. Plissonneau, reichen Sie mir bitte mein Schwert.

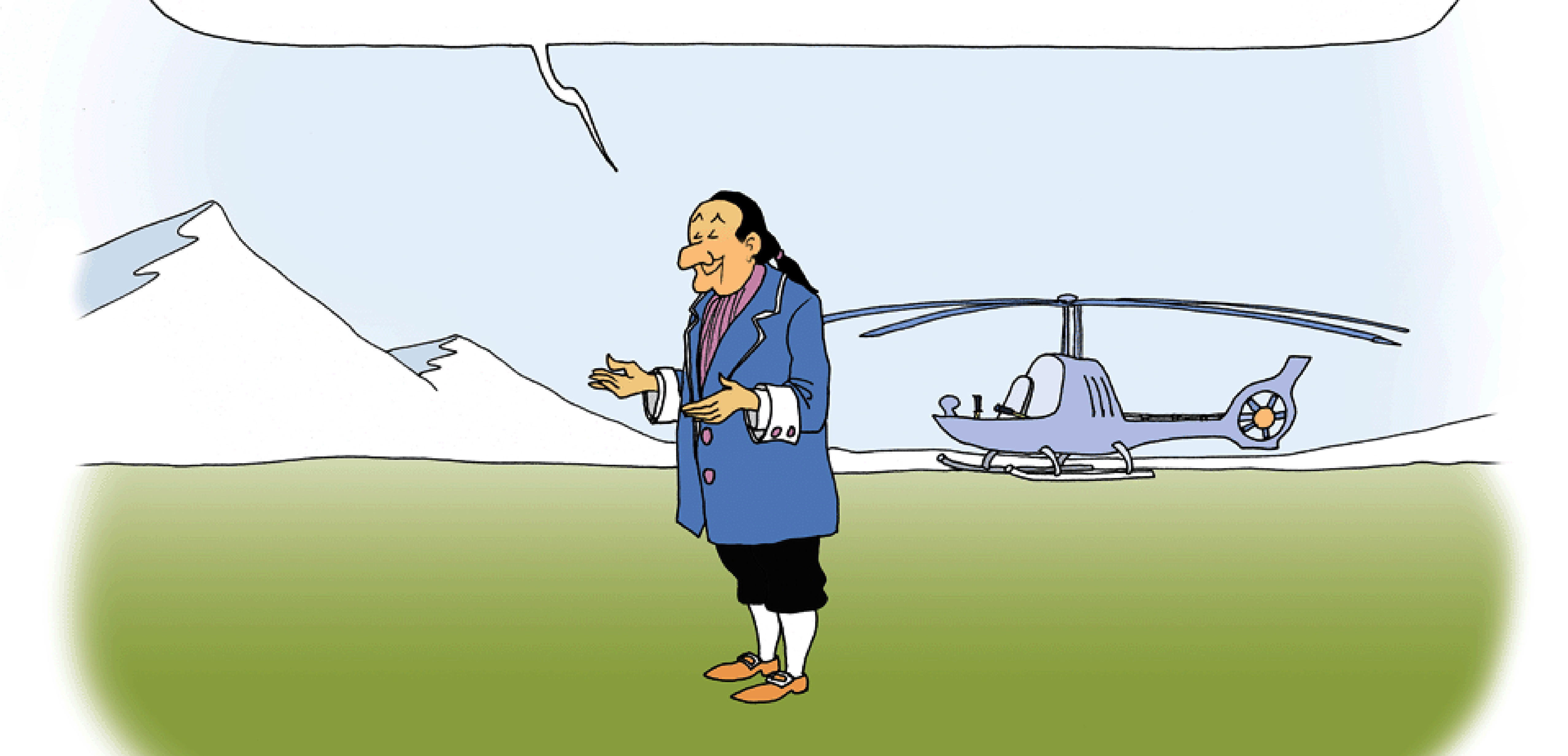

Knien Sie nieder, junger Mann. Ich werde Sie zum Marquis von Heliland schlagen. Von nun an werden Sie mein Minister für alle Fortbewegungsmittel sein.




So, Papa, Marquis ist viel besser als Baron. Daher wärest Du gut beraten, uns endlich in Ruhe zu lassen!



ENDE



Vielen Dank an Pascal Chrétien für seine wertvolle technische Beratung.

Die Abenteuer des Anselm Wüßtegern

Strahlende Aussichten

Jean-Pierre Petit

Dieses Buch entstand in Zusammenarbeit mit dem
Musée National des Sciences, des Techniques et de l'Industrie
(Paris-La Villette)



Aus dem Französischen von Thierry Rousseau

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.


Prolog
Es gab einmal eine Welt, in der Menschen das Feuer nicht kannten. Um Ihre Nahrung zu erwärmen, legten sie sie in die Sonne.
Es wäre doch besser, wir würden etwas anderes erfinden...

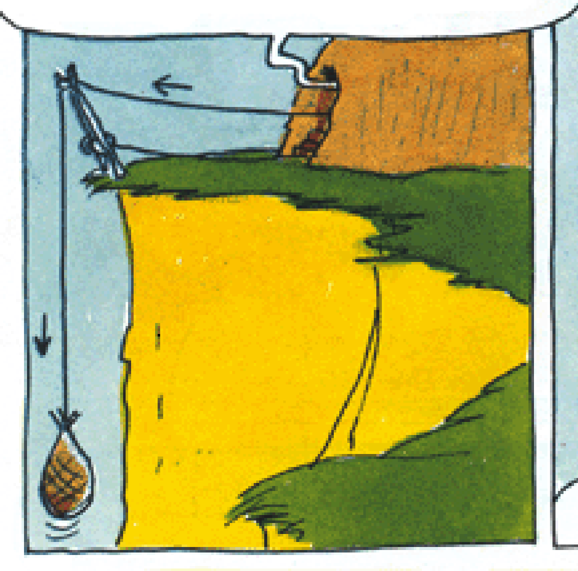

Immer wenn es Nacht wurde, brachten sie schwere Steine in ihre Höhlen, die tagsüber die Sonnenwärme gespeichert hatten.
Erschöpfend...


Schläfst Du?
Nein, die Steine sind schon kalt geworden.
Man friert...
Und es wird noch schlimmer, wenn der Winter da ist. Die Hälfte des Stamms ist schon erkältet...


Was machst Du denn da?
Ich erfinde einen Weg, **Energie** zu **speichern**.

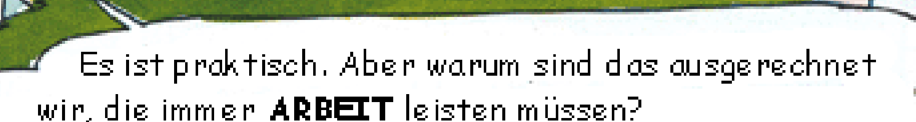

Höhle
Steine
Schlitten
Gegengewicht
Es ist wirklich zu ermüdend, jeden Abend die Steine schnell herein zu bringen.

Daher habe ich mir dieses System ausgedacht, das jeden Abend den mit warmen Steinen beladenen Schlitten hineinfahren lässt



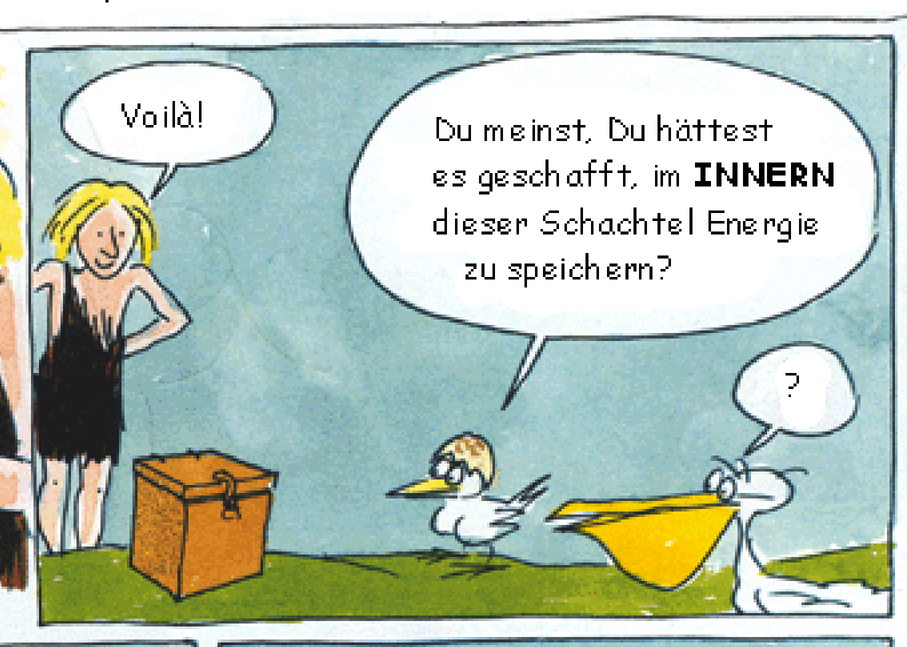
Tagsüber brauche ich nur Das Gegengewicht hoch zu hieven.

Du speicherst **POTENTIELLE ENERGIE.**



Was tust Du denn nun, Anselm?

Ich verbessere meine Methode zur **SPEICHERUNG DER ENERGIE.**



Das System, das ich erfunden habe, veranschaulicht die Speicherung von **INNERER ENERGIE.**



Eine Energie, die ich **TRANSPORTIEREN** und **BENUTZEN** kann, wann immer ich will.

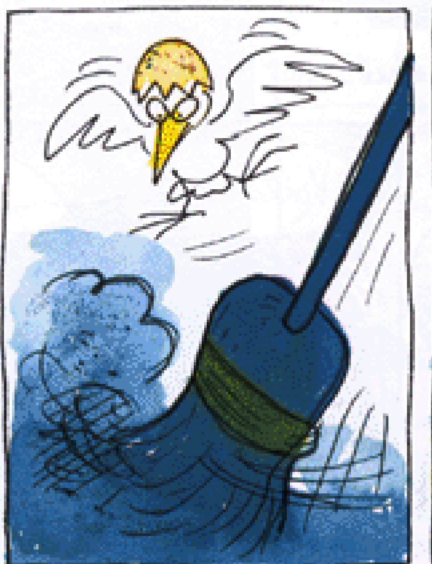




CHEMISCHE ENERGIE









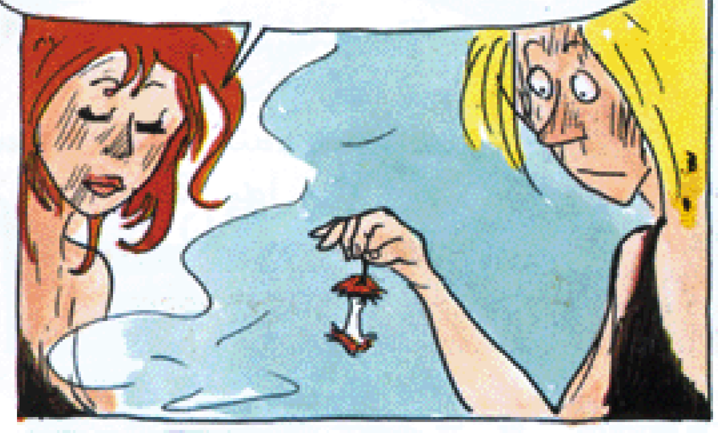






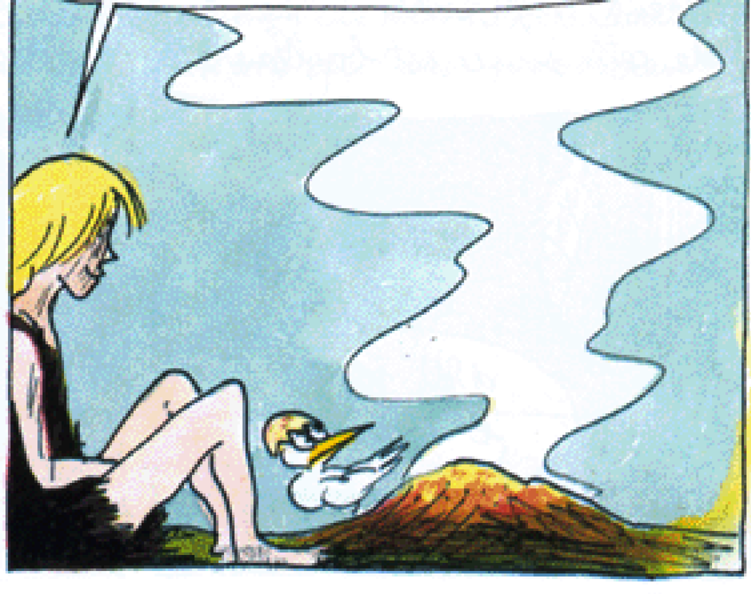

Sophie! Ich hab's gefunden! In diesem **SCHWARZEN PULVER**, das ich soeben erfunden habe, steckt **ENERGIE**!


Wir können es benutzen, um Essen zu kochen, oder um es uns gemütlich warm zu machen!
Wirst gleich sehen...


Wenn Du meine Meinung hören willst, ist es zwar eine gute Erfindung, aber ihre Handhabung ist nicht sehr praktisch.


Soll ich das Handtuch werfen?
Was, wenn wir dieses Pulver mit Sand vermischen?


Es funktioniert!!! Der Sand verdünnt die Mischung derart, daß sie ihre Energie langsamer abgibt!
Die Energieabgabe kann kontrolliert werden.


Im nächsten Winter werden wir nicht mehr frieren...

Es gibt viel Wärme ab, aber das Atmen wird immer schwieriger.

Du meinst wohl, wir ersticken bald!

Na also! Es geht besser, wenn man den Rauch zu diesem Lederschlauch führt.

Der Rauch wird zu Ruß, den ich loswerden kann.

Es ist zwar besser, aber immer noch nicht sehr praktisch...

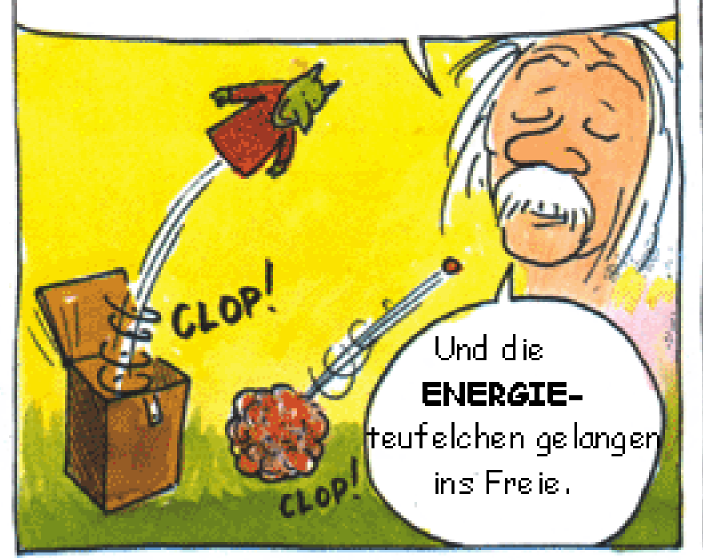
Das kann ich auch nicht irgendwo hinwerfen, sonst werde ich das Wasser des Sees vergiften.

ATOMENERGIE






...etwa kleine Schachteln mit Teufelchen drin?
Eine Legende besagt, dass vor langer Zeit **ENERGIE** in den **KERNEN** gewisser **ATOME**, wie dem **URAN**, eingeschlossen wurde. Diese Atome wurden in der Feuersglut der Sterne erzeugt, dann herausgeschleudert und schließlich in der Erde eingeschlossen, als diese entstand.


Diese Atome sind aber keine sehr soliden Behälter. Von Zeit zur Zeit gibt ein Deckel nach.
CLOP!
CLOP!
Und die **ENERGIE-** teufelchen gelangen ins Freie.


Die Legende besagt auch, dass am **ENDE DER ZEIT** alle Teufelchen aus ihren Schachteln gesprungen sein werden, und dass es diese Art Energie im Universum gar nicht mehr geben wird.
Es wird dann wie ein leerer Lederschlauch abschwellen.


Bis dahin wird es aber lange, sehr lange dauern...
Ach ja, immerhin...
Und wir müssen den Göttern dankbar sein, uns so viel Energie zur Verfügung gestellt zu haben.


Und wie lange bleiben denn die Teufelchen in ihren Schachteln? Wie lange behalten die **KERNE** diese **ENERGIE**, die in ihnen lauert?
Sohn, es hängt von den Schachteln ab, es hängt von den Atomkernen ab.

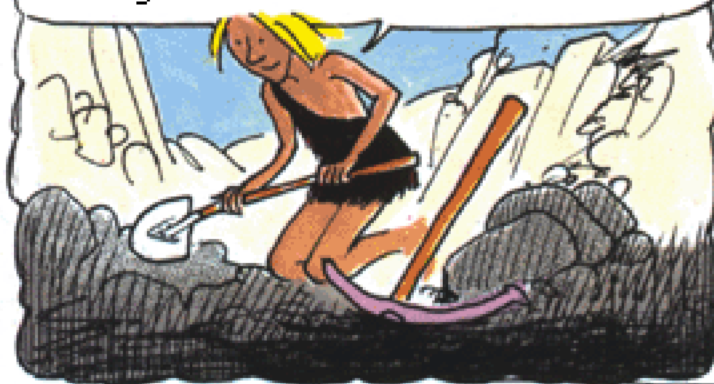
HALBWERTSZEIT EINES RADIOAKTIVEN ELEMENTS

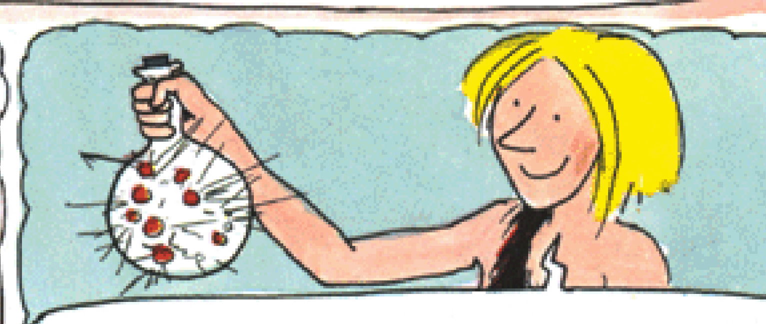
Betrachtet man eine ganze Menge an Schachteln, die jeweils ein Teufelchen beinhalten, so wird nach einer Zeit **T**, die man die **HALBWERTSZEIT** nennt, die **HÄLFTE** aller Schachteln ihr Teufelchen freigesetzt haben. Nach noch einmal der gleichen Zeit wird dann die Hälfte der übrig gebliebenen Schachteln auch geöffnet sein und so weiter. Je nach Schachtelart kann diese Halbwertszeit sehr unterschiedlich sein: von einem Sekundenbruchteil bis zu Milliarden Jahren.



Und wenn es im Zentrum der Erde all diese Schachteln nicht gäbe, würden wir im Winter viel mehr frieren.

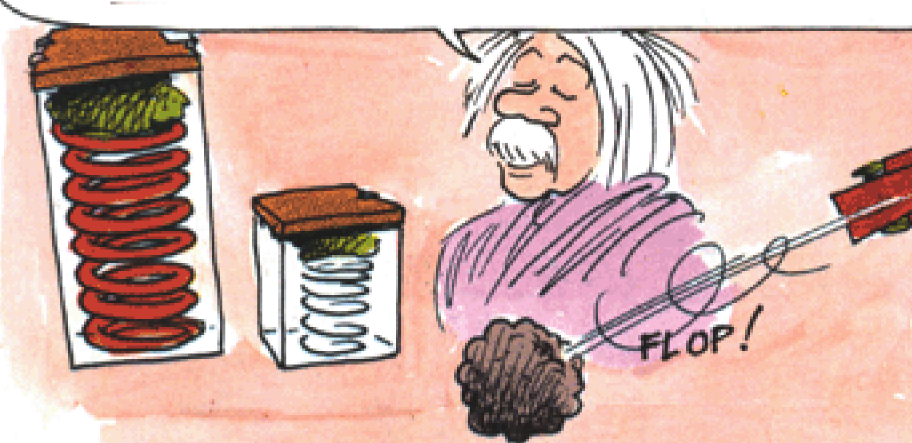
Das wäre gut, wenn ich all diese mit Energie beladenen Atome finden könnte.



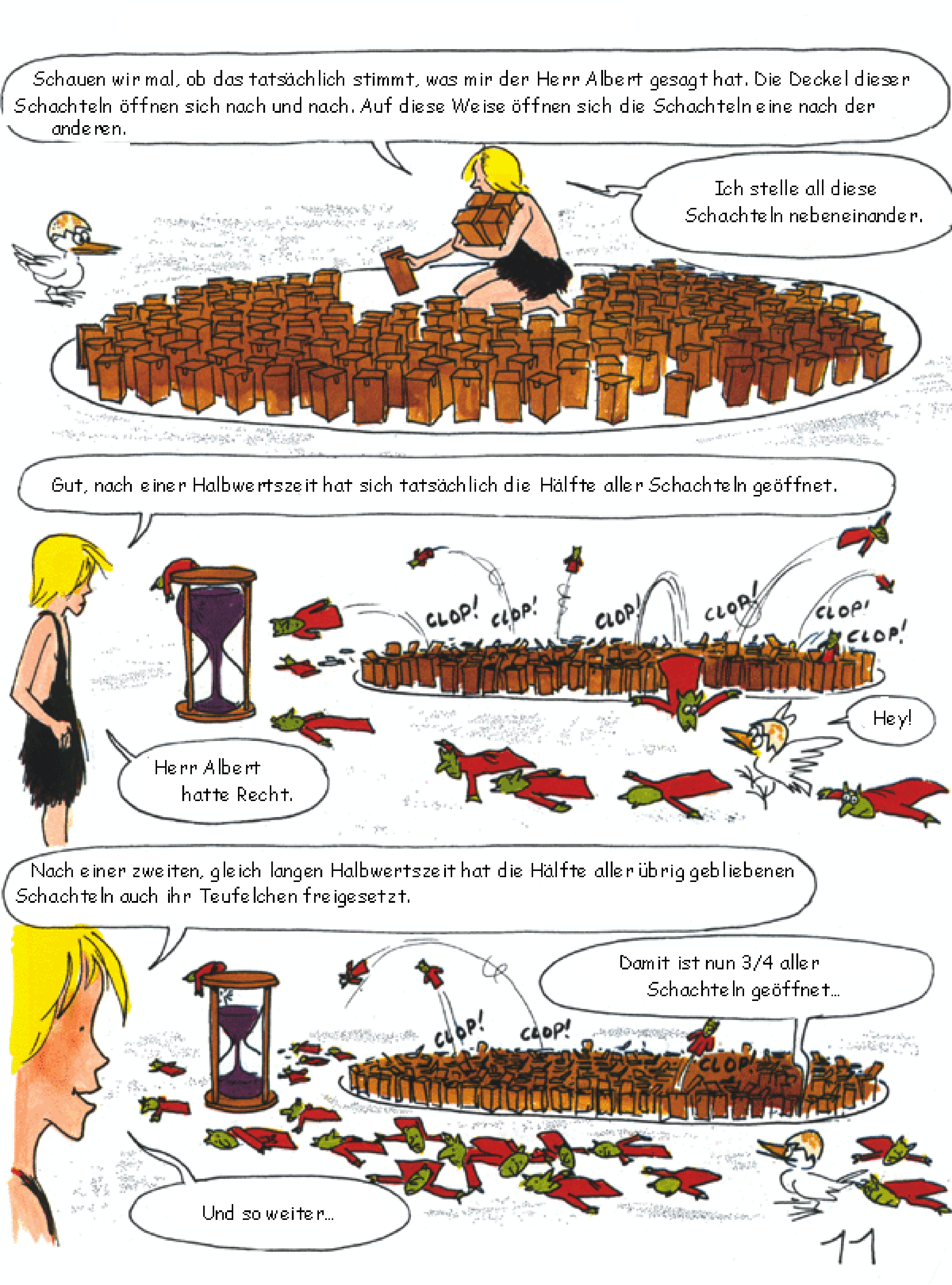


Man bräuchte nur genügend viele in eine Flasche zu tun, um im Winter zu heizen!

Vorsicht Anselm! Die Triebfedern der **KERNENERGIE** sind viel, viel stärker als die der **CHEMISCHEN ENERGIE**. Sie sind **HUNDERTTAUSEND MAL STÄRKER**...



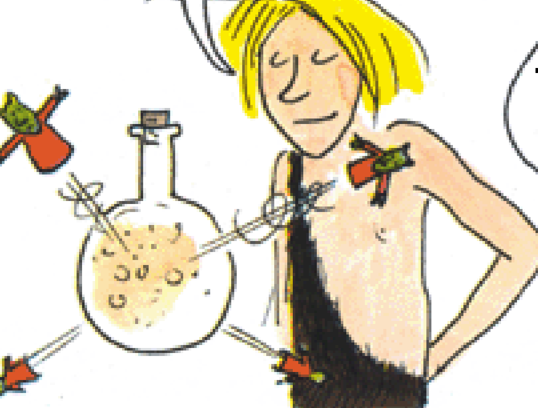
Die von den radioaktiven Kernen emittierten Teufel springen mit sehr viel Energie heraus.


Schauen wir mal, ob das tatsächlich stimmt, was mir der Herr Albert gesagt hat. Die Deckel dieser Schachteln öffnen sich nach und nach. Auf diese Weise öffnen sich die Schachteln eine nach der anderen.
Ich stelle all diese Schachteln nebeneinander.
Gut, nach einer Halbwertszeit hat sich tatsächlich die Hälfte aller Schachteln geöffnet.
CLOP! CLOP! CLOP! CLOP! CLOP! CLOP!
Herr Albert hatte Recht.
Hey!
Nach einer zweiten, gleich langen Halbwertszeit hat die Hälfte aller übrig gebliebenen Schachteln auch ihr Teufelchen freigesetzt.
Damit ist nun 3/4 aller Schachteln geöffnet...
CLOP! CLOP! CLOP!
Und so weiter...

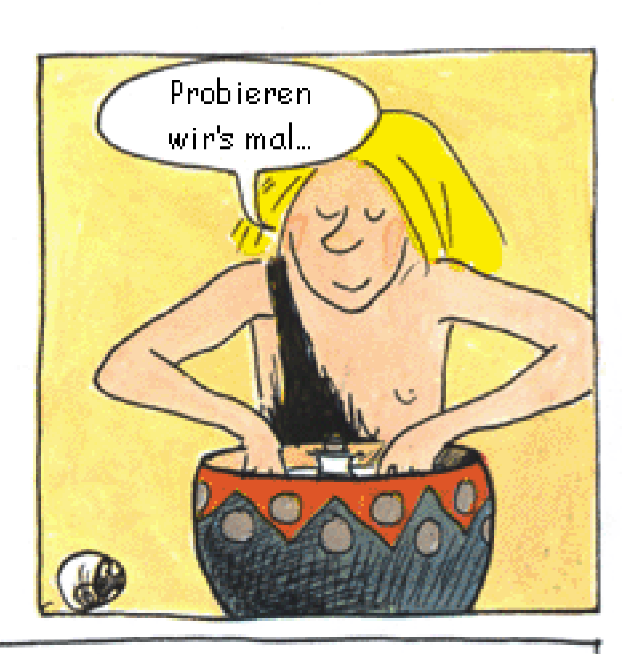




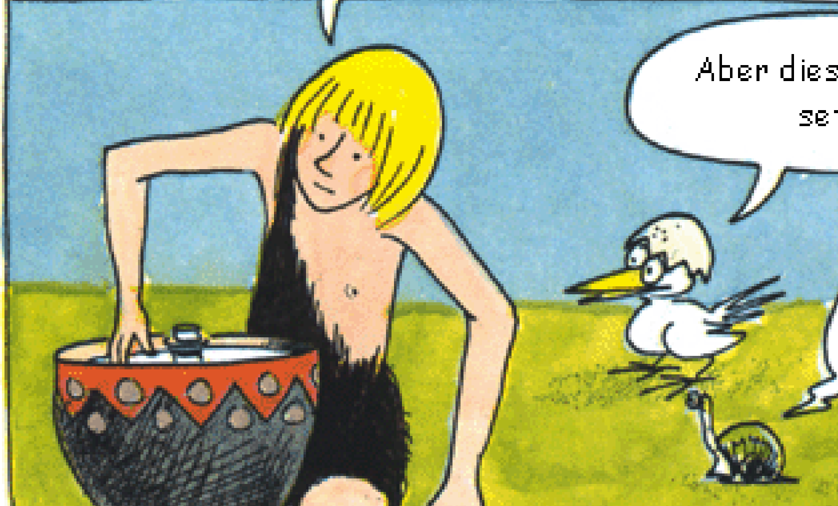
ENERGIE-UMWANDLUNG



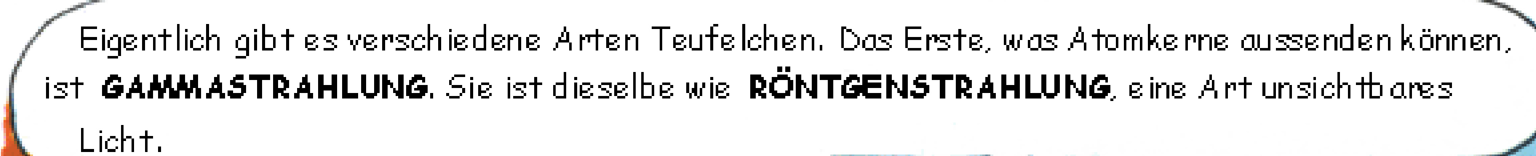




Es funktioniert! Die von den **RADIOAKTIVEN ATOMEN** emittierte **ENERGIE** wird vom Wasser absorbiert und **IN WÄRME UMGEWANDELT**.



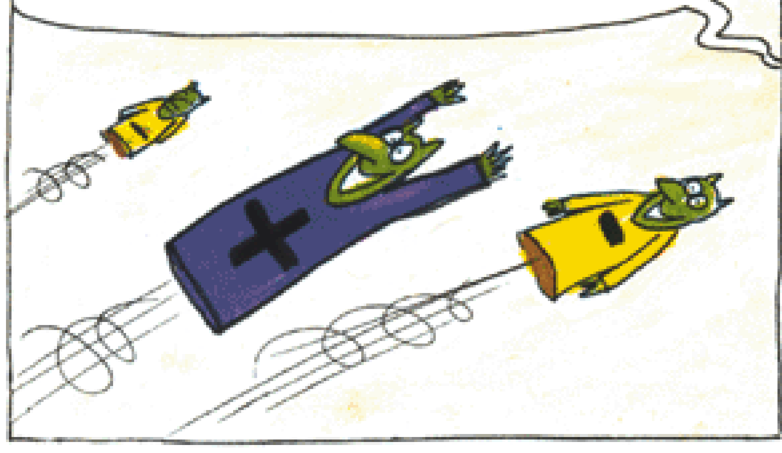
DIE VERSCHIEDENEN ARTEN TEUFELCHEN



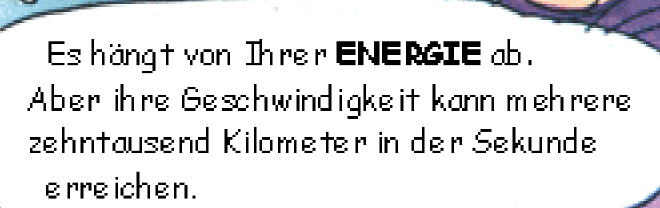
Vorsicht heiß!!

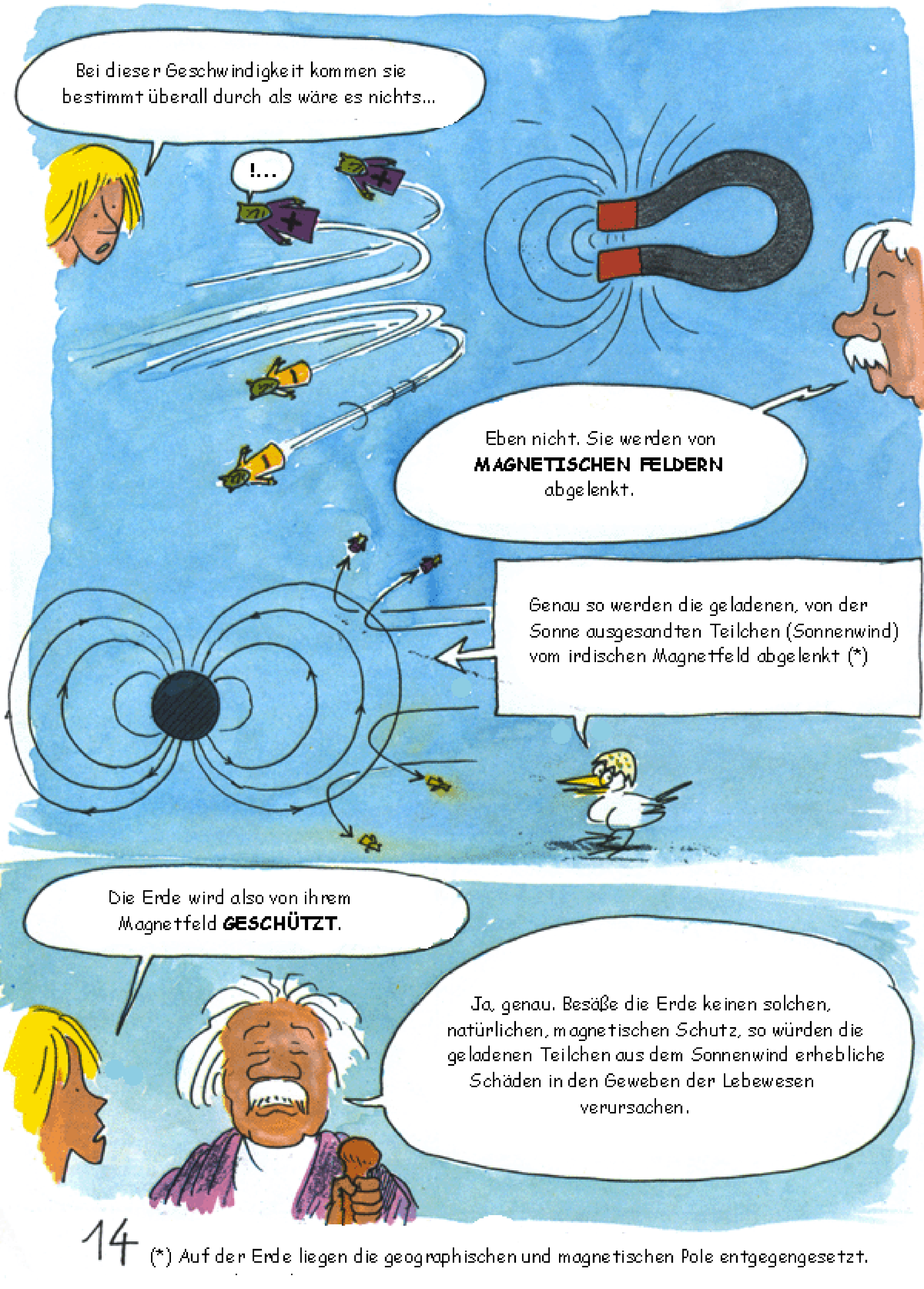
Man kann sie mit Hilfe einer Bleiwand absorbieren, die dick genug ist. Ihre Energie wird dann in Wärme umgewandelt.

Andere Teufelchen sind diejenigen, die eine **ELEKTRISCHE LADUNG** besitzen.

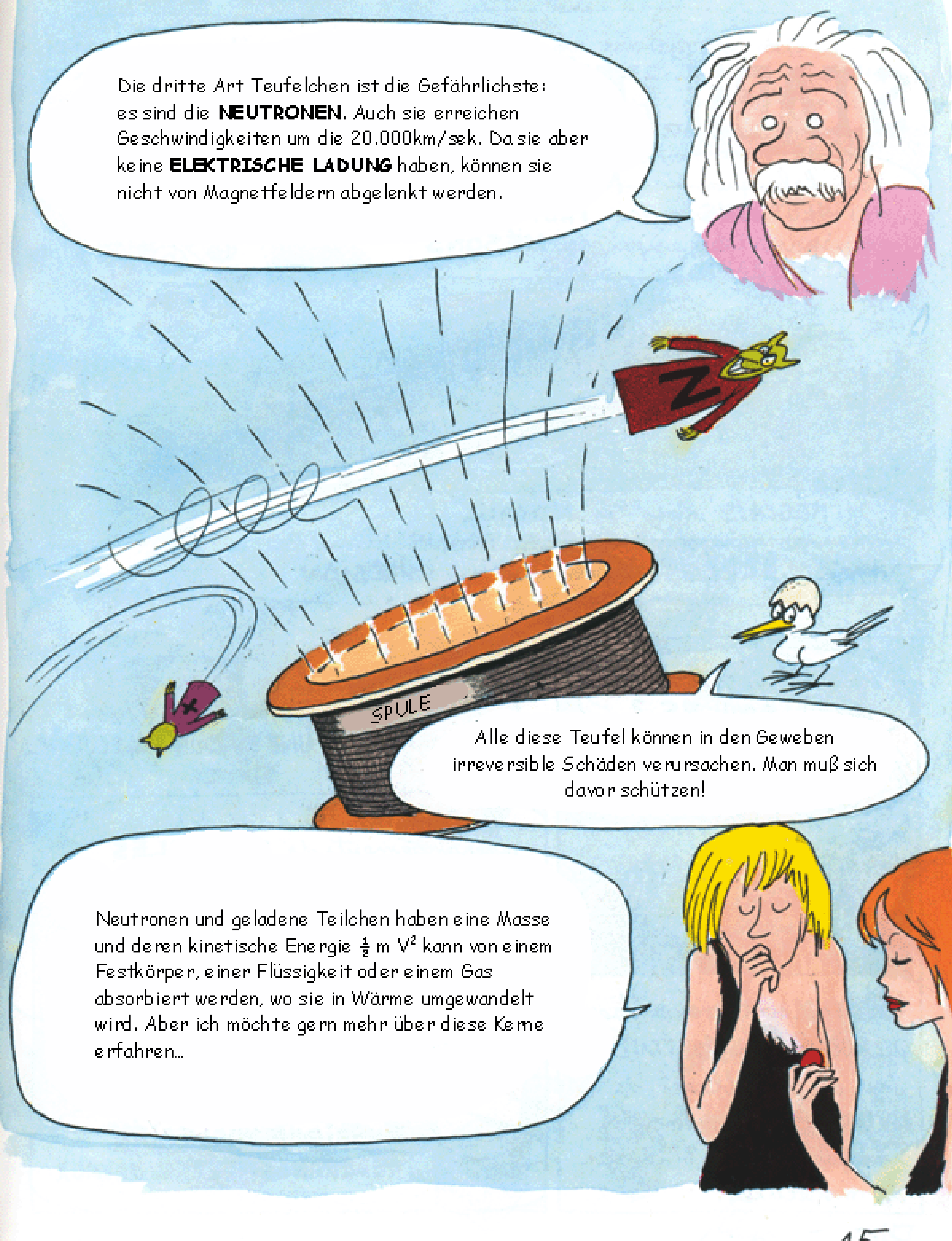


Sind sie schnell?





(*) Auf der Erde liegen die geographischen und magnetischen Pole entgegengesetzt.


Die dritte Art Teufelchen ist die Gefährlichste: es sind die **NEUTRONEN.** Auch sie erreichen Geschwindigkeiten um die 20.000km/sek. Da sie aber keine **ELEKTRISCHE LADUNG** haben, können sie nicht von Magnetfeldern abgelenkt werden.
SPULE
Alle diese Teufel können in den Geweben irreversible Schäden verursachen. Man muß sich davor schützen!
Neutronen und geladene Teilchen haben eine Masse und deren kinetische Energie $\frac{1}{2}$ m V^2 kann von einem Festkörper, einer Flüssigkeit oder einem Gas absorbiert werden, wo sie in Wärme umgewandelt wird. Aber ich möchte gern mehr über diese Kerne erfahren...

STABILITÄT DER KERNE

Um einen ATOMKERN zu herzustellen, braucht man **NEUTRONEN**, **PROTONEN** und weitere Teilchen, die man **MESONEN** nennt.

KERN

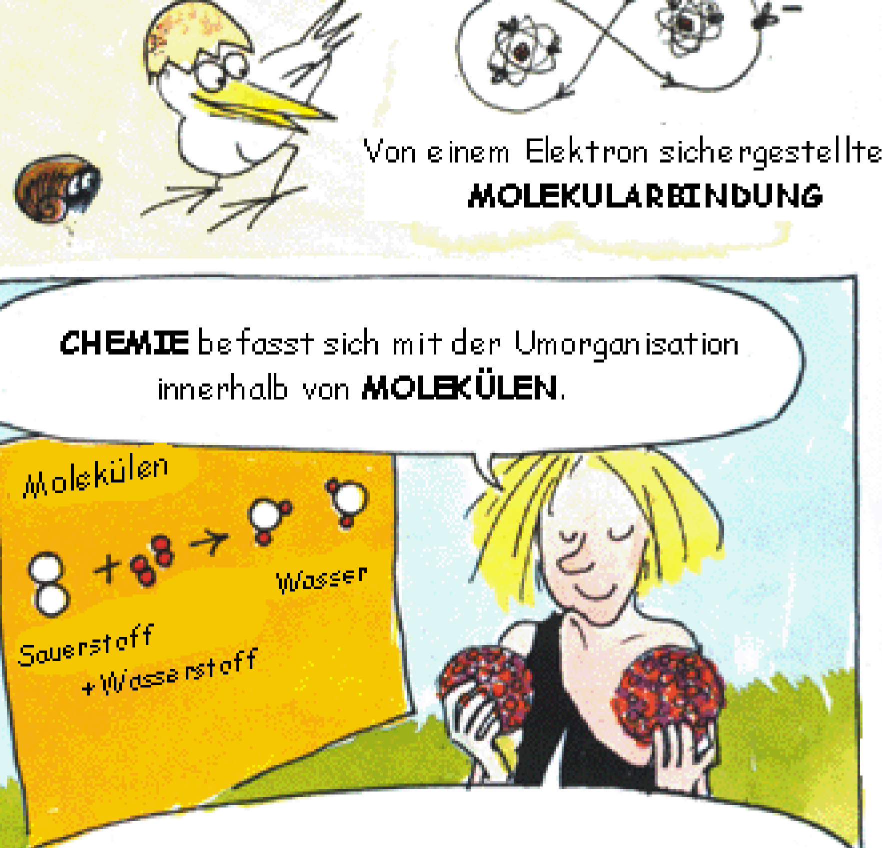
URAN 235
92 PROTONEN
+ 143 NEUTRONEN
= 235 NUKLEONEN

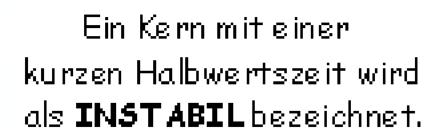
PLUTONIUM 239
94 PROTONEN
+ 145 NEUTRONEN
= 239 NUKLEONEN

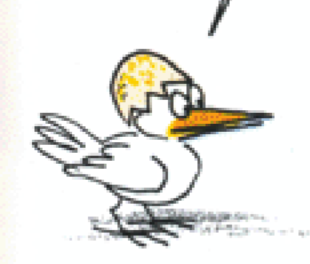
MESONEN

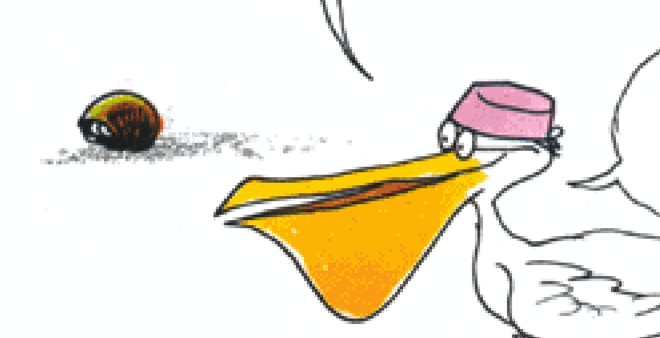
In den **KERNEN** spielen **MESONEN** mehr oder weniger die Rolle, die **ELEKTRONEN** in **MOLEKÜLEN** spielen: sie gewährleisten deren **ZUSAMMENHALT**.



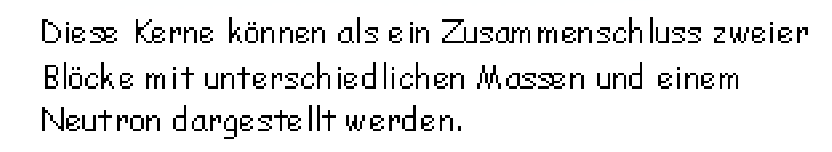


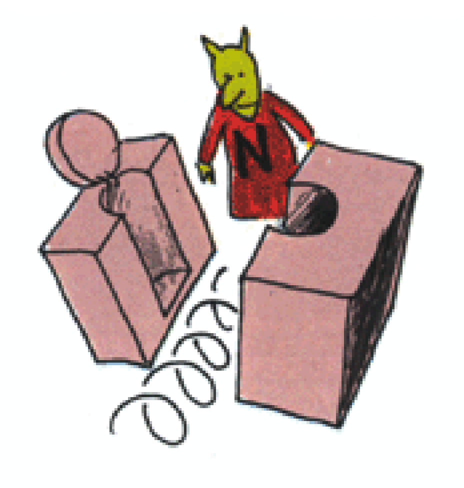


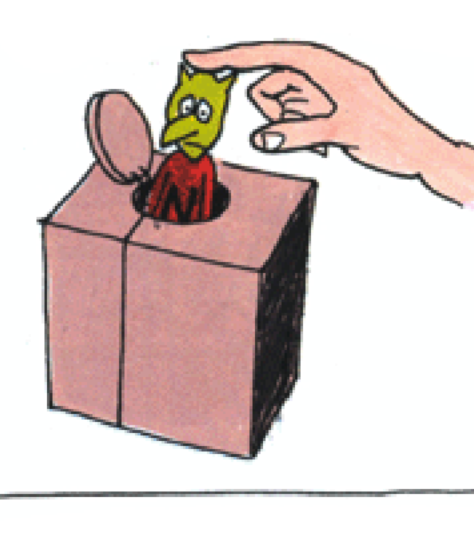


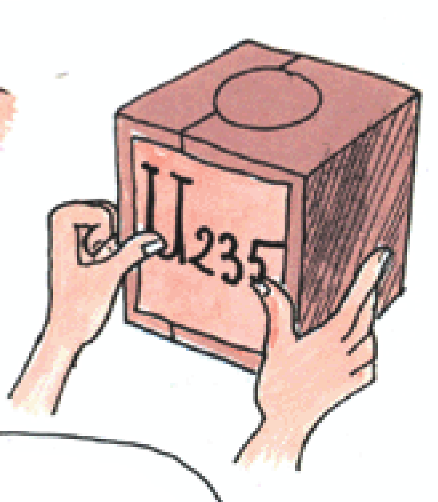


DIE SPALTUNG

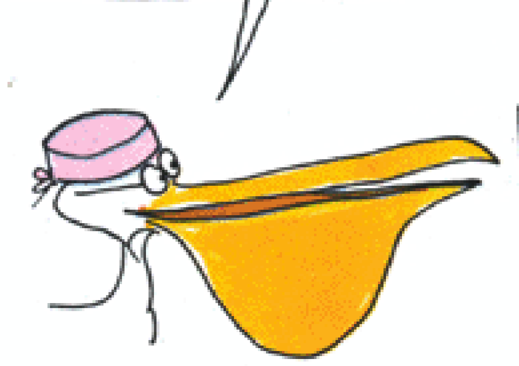


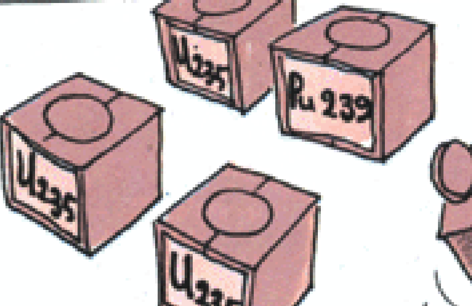


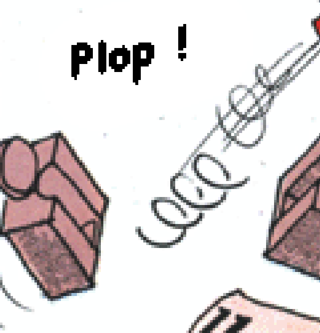


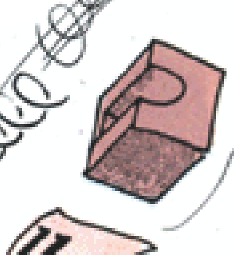


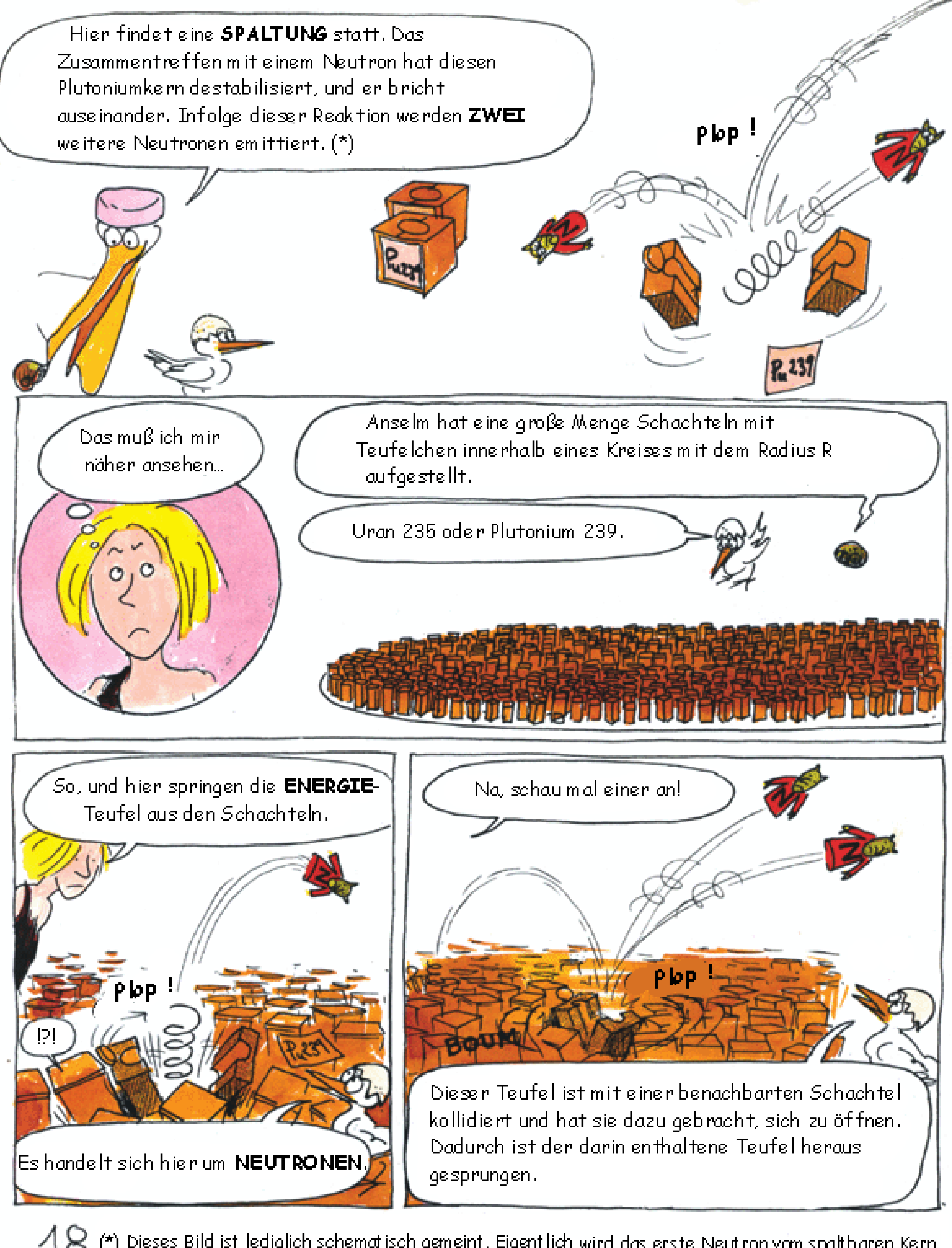
Die Kerne des Uran 235 und des Plutonium 239 sind von Natur aus radioaktiv, aber deren Halbwertszeiten sind sehr lang.





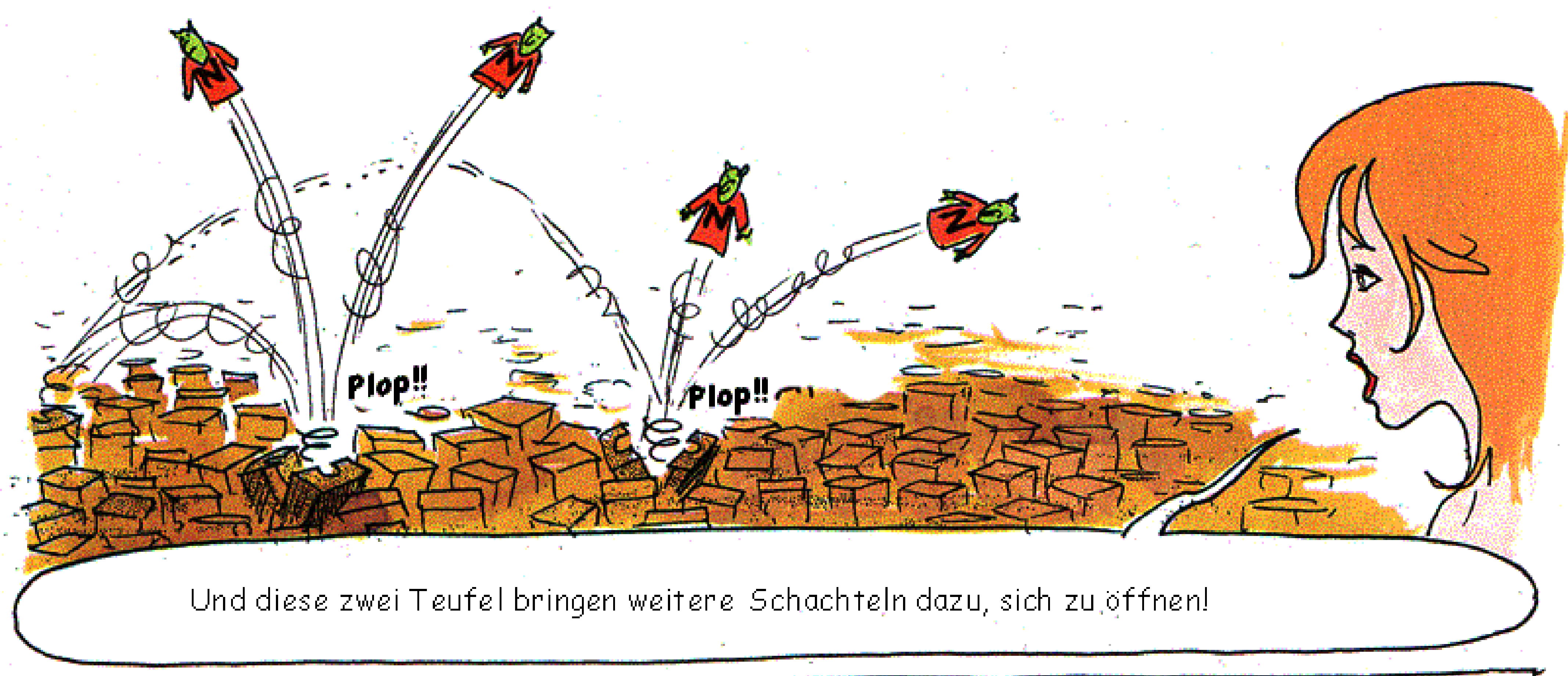




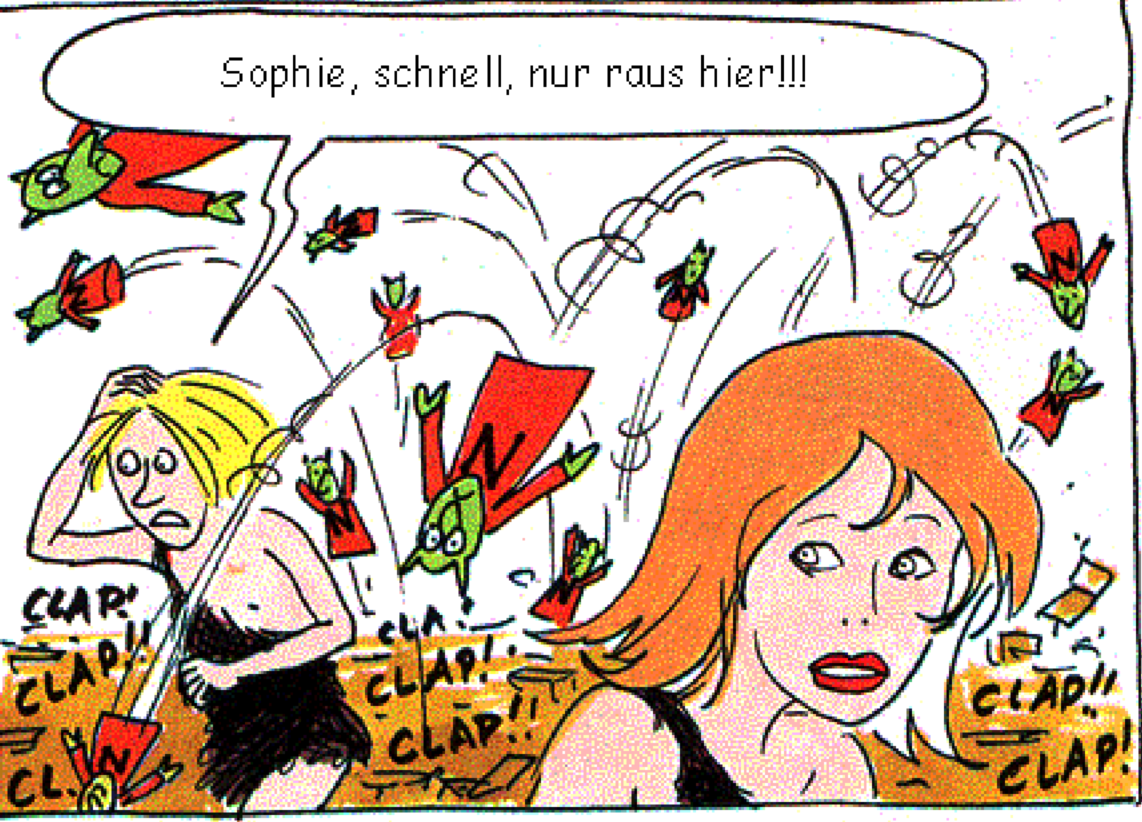


(*) Dieses Bild ist lediglich schematisch gemeint. Eigentlich wird das erste Neutron vom spaltbaren Kern absorbiert (U^{235} wird zu U^{236} und Pu^{239} wird zu Pu^{240}). Die zuletzt genannten sind diese neuen, sehr instabilen Kerne, die fast sofort auseinanderbrechen.

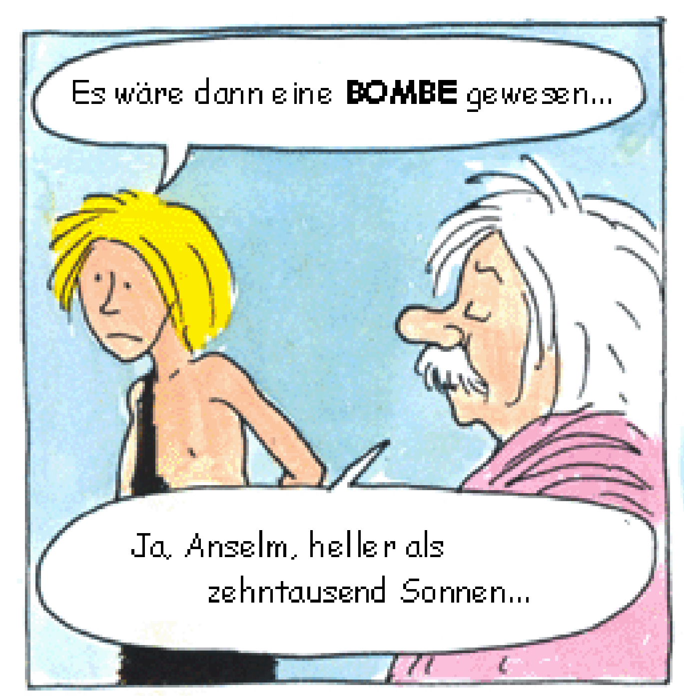
KETTENREAKTIONEN













KRITISCHE BEDINGUNGEN

Wie kann man eine solche Katastrophe vermeiden?

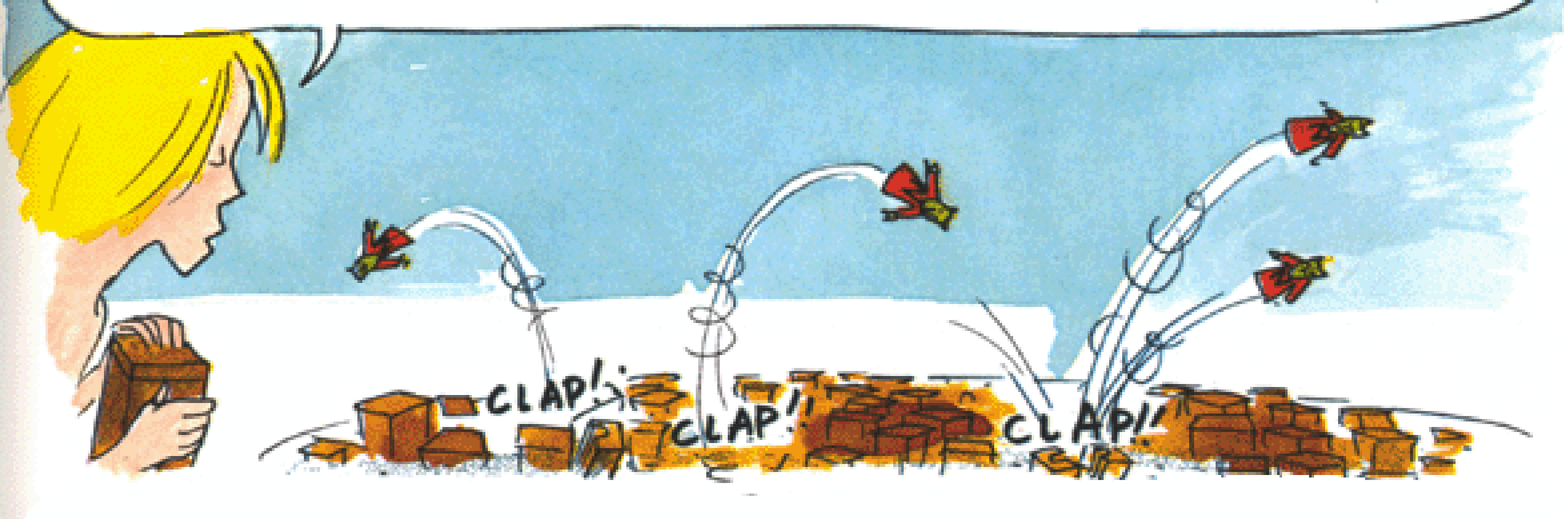
Es ist einfach: Wenn ein Teufel heraus geschleudert wird, fliegt er in eine zufällige Richtung und bringt eine bestimmte Strecke hinter sich. Wenn der Kreis zu klein ist, in dem sich die Schachteln befinden, wird der Teufel keine weitere Schachtel dazu bringen können, sich zu öffnen.

Die Konzentration an Schachteln (*) darf eine bestimmte kritische Grenze nicht überschreiten.

Sonst findet eine **KETTENREAKTION** statt.

(*) Üblicherweise nennt man sie die **KRITISCHE MASSE**.

Eigentlich kann man zwischen den beiden Extremfällen, der **NATÜRLICHEN RADIOAKTIVITÄT** und der **KETTENREAKTION**, eine Art Zwischenlösung finden. Indem man die **KONZENTRATION** variiert, und obwohl das Feintuning eine schwierige Angelegenheit ist, kann man die Anzahl an emittierten Teufel pro Sekunde, d.h. den erzeugten Energiefluß kontrollieren.



DER KERNREAKTOR

Gibt es keinen besseren Weg, den Vorgang zu kontrollieren?

Man könnte etwas hinein tun, das die Energie-Teufel absorbiert.

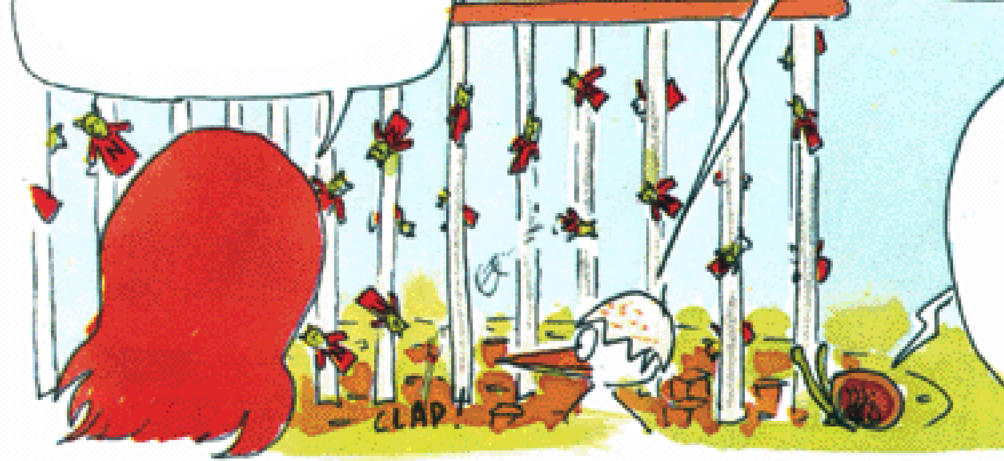


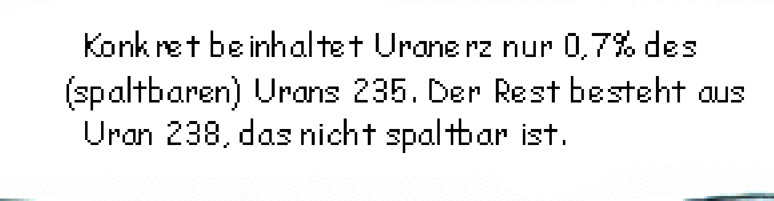
Es sieht wie ein Fliegenfänger aus.

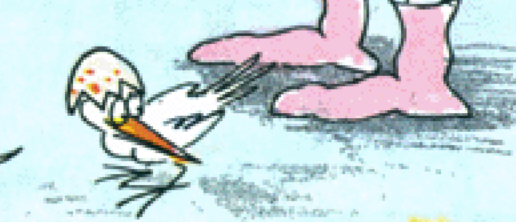




Indem ich die klebrigen Papierstreifen hinunterschiebe, fange ich die Teufel ein. Damit kann ich je nach Bedarf die Aktivität des Reaktors herabsetzen.

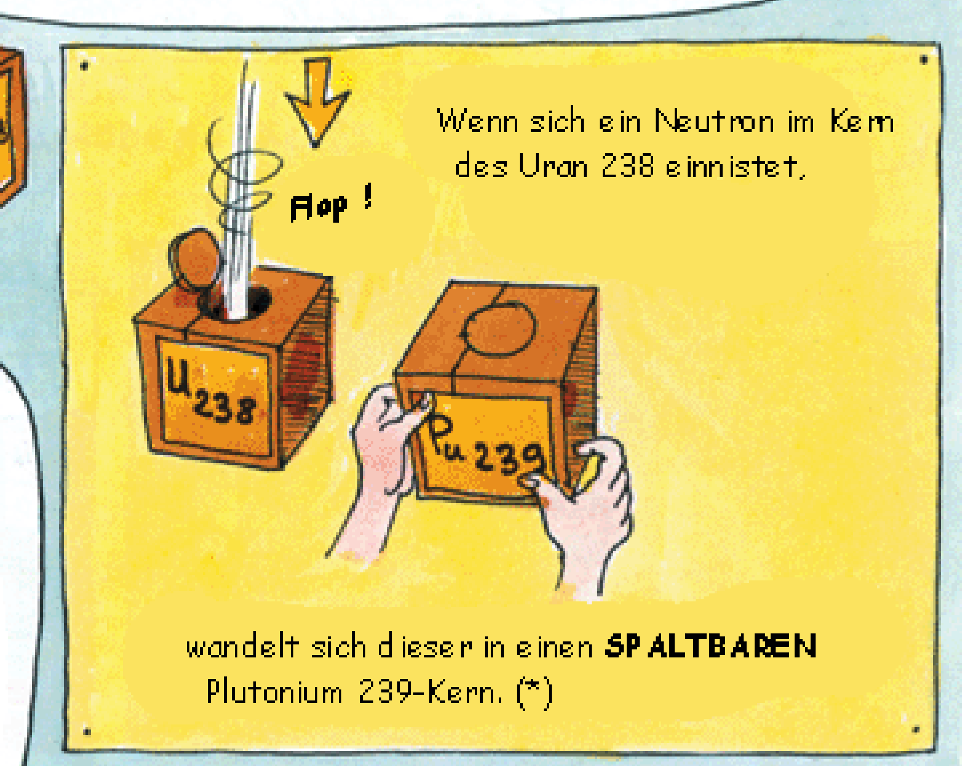

Und wenn Du die Papierstreifen noch weiter absenkst, kannst Du den Reaktor sogar vollständig herunterfahren.
Alle Teufel werden nach und nach eingefangen. Es findet quasi keine Reaktion mehr statt.
Es bleibt lediglich die „normale" Aktivität des radioaktiven Stoffes übrig, die wesentlich geringer ist.
CLAP!


Gut. Um einen **KERNREAKTOR** zu bauen, braucht man genügend schwere Kerne, **URAN 235** oder **PLUTONIUM 239**. Und die Aktivität des Reaktors wird durch einen Stoff kontrolliert, der die Teufel einfängt. Letztere sind in diesem Fall die von der **SPALTUNG** stammenden Neutronen.
Konkret beinhaltet Uranerz nur 0,7% des (spaltbaren) Urans 235. Der Rest besteht aus Uran 238, das nicht spaltbar ist.
Und man benutzt **CADMIUM**, um die **NEUTRONEN** einzufangen.


Es heißt, Plutonium 239 würde in der Natur nicht vorkommen. Wie kann man es dann in einem Reaktor benutzen?
Äääh... Ach ja, das stimmt...

BRUTSTOFFE

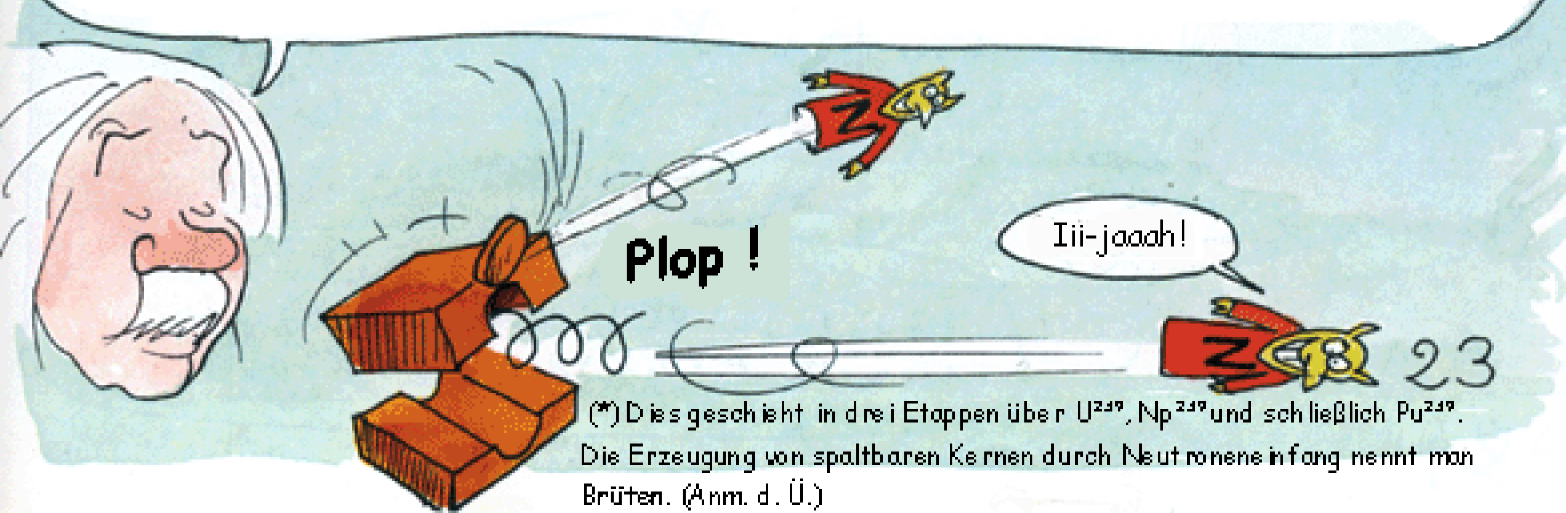
Uran 238 kann auch als eine Gefüge zweier Elemente angesehen werden. Für ein Neutron bleibt dann noch ein Platz frei.



Anders gesagt, wenn ein Uranreaktor läuft, enthält er eine Mischung aus **SPALTBAREM MATERIAL** und aus **BRUTSTOFF**, aus dem eine bestimmte Menge an neuem **SPALTBAREN MATERIAL** gewonnen wird.



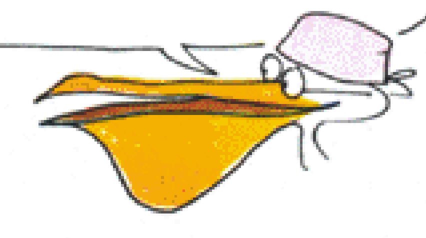
Es hängt davon ab, wie man den Reaktor fährt. Die aus der **SPALTUNG** stammenden **NEUTRONEN** werden zunächst mit **20.000** Kilometer pro Sekunde in alle Richtungen emittiert.



(*) Dies geschieht in drei Etappen über U^{239}, Np^{239} und schließlich Pu^{239}. Die Erzeugung von spaltbaren Kernen durch Neutroneneinfang nennt man Brüten. (Anm. d. Ü.)

SCHNELLE BRÜTER

Diese **SCHNELLEN NEUTRONEN** treffen auf **U^{238}**, aus dem sie schnell **Pu^{239}** erbrüten.

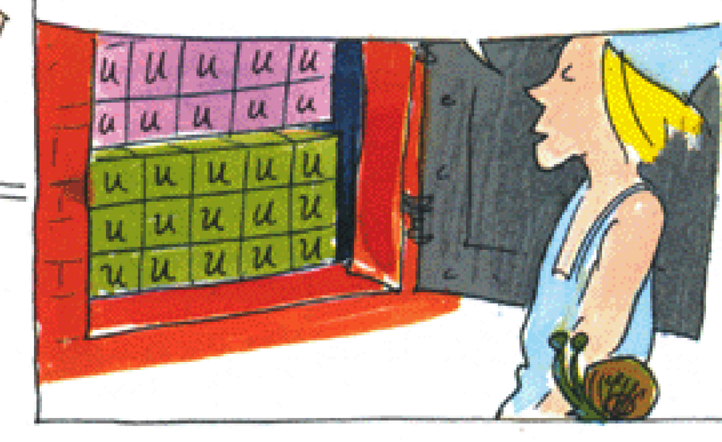


Was machst Du?

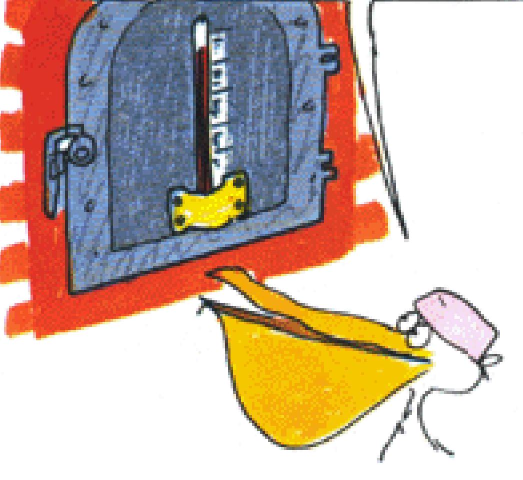


Ich fülle meinen Reaktor mit einem Erz, das viel (angereichertes) U^{235} enthält.

Dann umgebe ich das Ganze mit einem **Brutmantel**, der reich an **U^{238}** ist.



In der **SPALTZONE** des **REAKTORKERNS** bewegen sich die **SCHNELLEN NEUTRONEN** mit 20.000 km/Sek. Betrachtet man sie als ein Neutronengas, so hat dieses eine Temperatur von 16 Milliarden Grad.



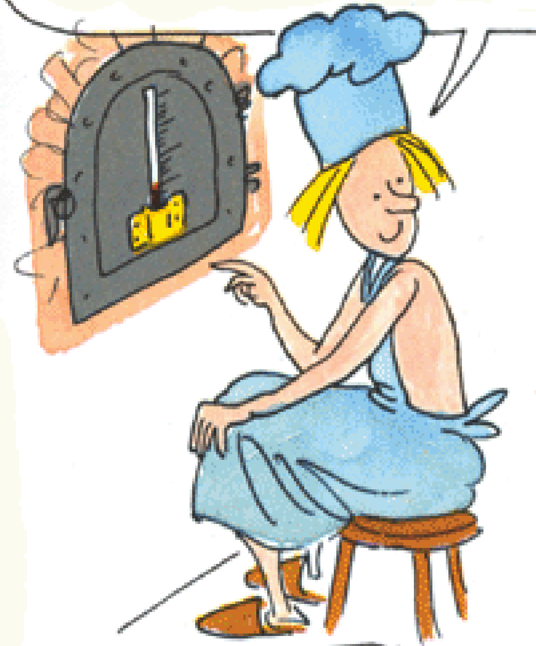
DREI JAHRE SPÄTER

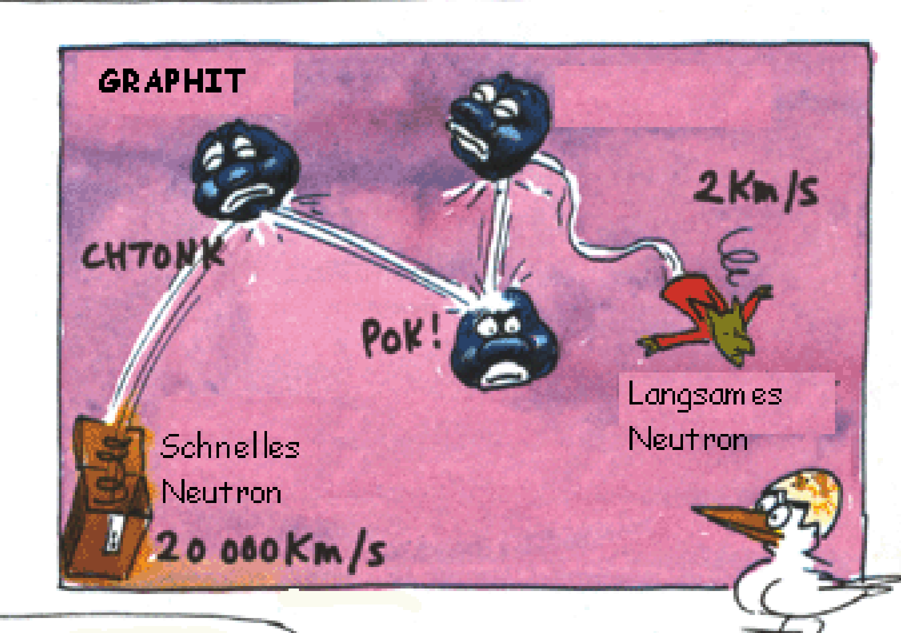
Na so was! Anselm hat **MEHR** spaltbares **Pu^{239}** erbrütet, als er **U^{235}** verbraucht hat. Dies ist ein **SURGENERATOR**.

Es ist normal, da jede Spaltung **ZWEI** schnelle Neutronen erzeugt, die es wiederum erlauben, zwei Atome U^{238} in Pu^{239} umzuwandeln.

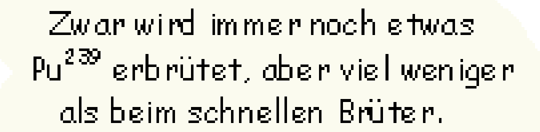
LANGSAME BRÜTER

Mit **CADMIUM** kann ich Neutronen absorbieren und damit die Aktivität des Reaktors kontrollieren (oder ihn sogar vollständig herunterfahren). Aber mit **GRAPHIT** oder mit **SCHWEREM WASSER** kann ich die Neutronen **VERLANGSAMEN**, ohne sie zu absorbieren. Diese Stoffe sind sog. **MODERATOREN**.





Somit kann man die **GESCHWINDIGKEIT DER THERMISCHEN BEWEGUNG** der Neutronen bis zu **2 km/Sek.** herabsetzen. Dieses kalte Neutronengas hat dann die gleiche Temperatur wie der Reaktor selbst.



Zwar wird immer noch etwas Pu^{239} erbrütet, aber viel weniger als beim schnellen Brüter.

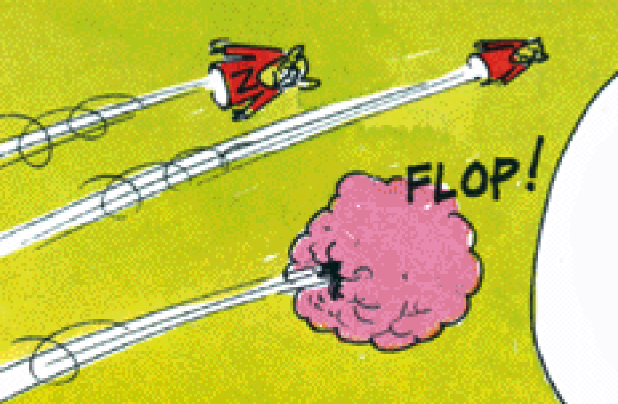
Eigentlich gibt es keine klare Grenze zwischen beiden Reaktortypen. Es existieren auch „lauwarme" Reaktoren, die zwischen beiden extremen Varianten stehen.



RADIOAKTIVER ABFALL & INDUZIERTE RADIOAKTIVITÄT

Die Spaltung eines Kernes **U**^{235} oder **Pu**^{239} kann viele verschiedene Trümmerkerne ergeben. U^{235} kann zum Beispiel in Strontium 94 und in Xenon 140 zerfallen, wobei beide Kerne radioaktiv sind. Man bemerke im Übrigen, dass: 94 + 140 + 1 = 235 ergibt.

Dies ist ein echtes Problem. Viele **TRÜMMERKERNE** sind harte Burschen und werden für lange Zeit radioaktiv bleiben. **STRONTIUM** lagert sich in den Knochen und **JOD** in der Schilddrüse ab. Plutonium ist auch sehr gesundheitsschädlich. Das alles verursacht **KREBS** und **LEUKÄMIE**.



Die aus der Spaltung stammenden Neutronen können auch von den ganz friedlichen Atomen, aus denen die Struktur des Reaktors besteht, absorbiert werden. Diese werden dann selber instabil und radioaktiv und zählen dann auch zum Atommüll.

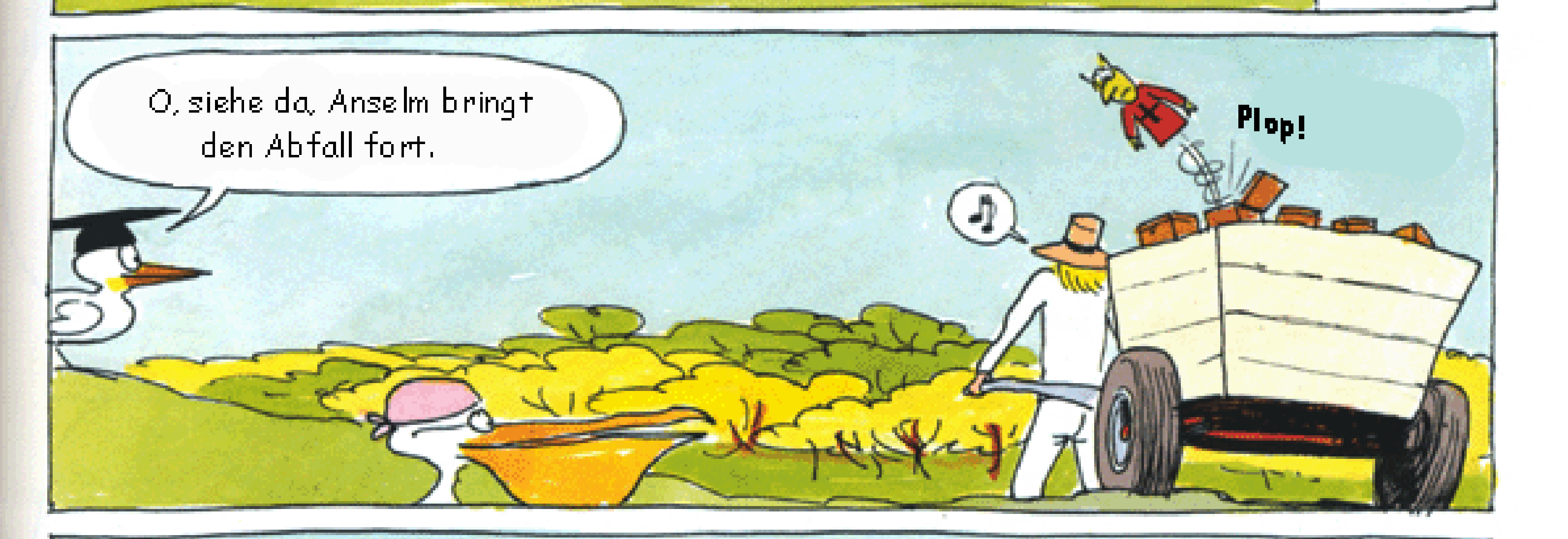
RADIOELEMENTE NACH MAß



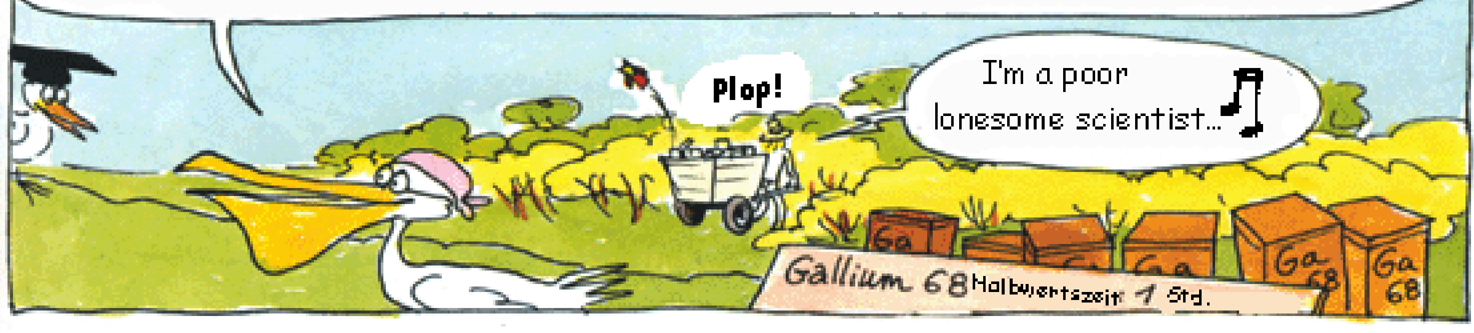
Ein Reaktor erzeugt also instabile und radioaktive Abfallkerne mit verschiedenen Halbwertszeiten.

Nein, können sie nicht. Vielmehr verlieren sie etwas Masse, indem sie Heliumkerne, oder Elektronen aussenden. (*)

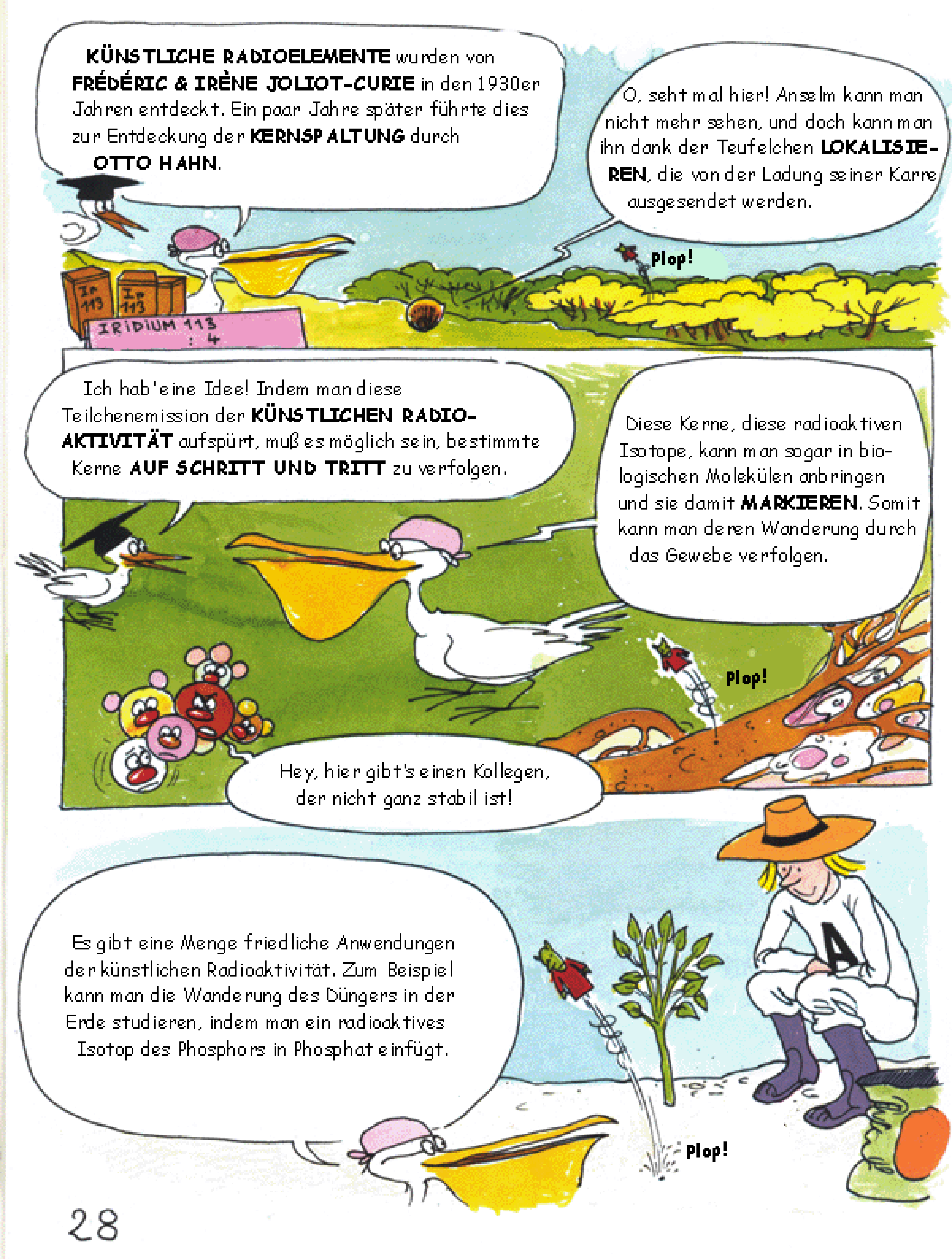
Meinst Du etwa, diese Kerne können sich wiederum spalten?



Man kann Radioelemente mit verschiedenen Halbwertszeiten erzeugen, sozusagen radioaktive Kerne „nach Maß", indem man bestimmte Elemente in den Reaktor einbringt und sie mit den Teufelchen beschießt. Und so erzeugt man eine sogenannte **KÜNSTLICHE** Radioaktivität.



(*) Radioaktivität „Alpha" und Radioaktivität „Beta".


KÜNSTLICHE RADIOELEMENTE wurden von FRÉDÉRIC & IRÈNE JOLIOT-CURIE in den 1930er Jahren entdeckt. Ein paar Jahre später führte dies zur Entdeckung der KERNSPALTUNG durch OTTO HAHN.
O, seht mal hier! Anselm kann man nicht mehr sehen, und doch kann man ihn dank der Teufelchen LOKALISIEREN, die von der Ladung seiner Karre ausgesendet werden.
Ir 113
Ir 113
IRIDIUM 113
Plop!
Ich hab' eine Idee! Indem man diese Teilchenemission der KÜNSTLICHEN RADIOAKTIVITÄT aufspürt, muß es möglich sein, bestimmte Kerne AUF SCHRITT UND TRITT zu verfolgen.
Diese Kerne, diese radioaktiven Isotope, kann man sogar in biologischen Molekülen anbringen und sie damit MARKIEREN. Somit kann man deren Wanderung durch das Gewebe verfolgen.
Plop!
Hey, hier gibt's einen Kollegen, der nicht ganz stabil ist!
Es gibt eine Menge friedliche Anwendungen der künstlichen Radioaktivität. Zum Beispiel kann man die Wanderung des Düngers in der Erde studieren, indem man ein radioaktives Isotop des Phosphors in Phosphat einfügt.
A
Plop!

DIE A-BOMBE

Auch die Kunst der fidelen Feuerwerkmacher verdankt der Kernphysik wesentliche Fortschritte. Indem man mit Hilfe einer kleinen Sprengladung zwei Blöcke eines spaltbaren Stoffes (U^{235} oder Pu^{239}) plötzlich zusammenbringt, erfüllt man die kritischen Bedingungen. Damit setzt eine Kettenreaktion ein, deren ästhetische Effekte wirklich unübersehbar sind.

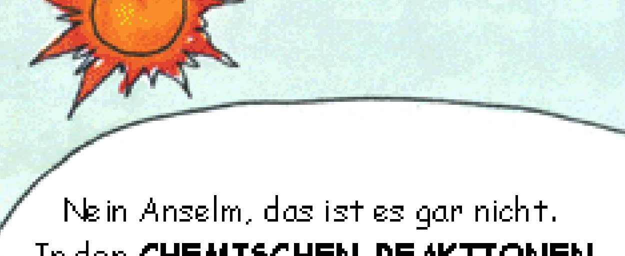
So, so! Wenn ich diese beiden Massen zusammenbringe, erhalte ich die **KRITISCHE MASSE**.

Eine enorme Anzahl an Teufel aller Arten wird emittiert, und aufgrund der Wärmeentwicklung steigen die radioaktiven Trümmer in die höheren Schichten der Atmosphäre empor. Damit haben auch die Nachbarn etwas davon...

Wenn auch Sie Mitglied des Clubs der **FIDELEN FEUERWERKMACHER** werden wollen, müssen Sie über spaltbares Material verfügen (100% $\mathbf{U^{235}}$ oder $\mathbf{Pu^{239}}$). Hierfür haben Sie zwei Möglichkeiten: Entweder raffinieren Sie natürliches Uran, oder aber Sie wenden sich an den nächstgelegenen Reaktor und sammeln das $\mathbf{Pu^{239}}$ auf, das nach jedem Zyklus erzeugt wird.

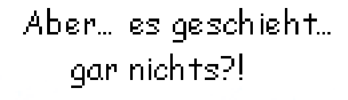
Es ist bald fertig!...

DIE FUSION



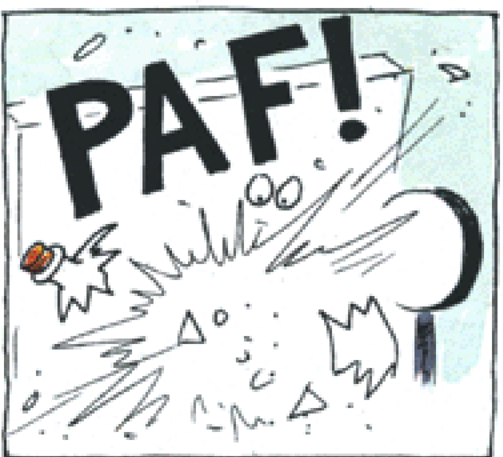
Sagen Sie mal, die Sonne enthält bestimmt viel Uran. Ist sie deswegen so heiß?

Nein Anselm, das ist es gar nicht. In den **CHEMISCHEN REAKTIONEN** geht man von einer Mischung verschiedener Substanzen aus, zum Beispiel **WASSERSTOFF** und **SAUERSTOFF**.



Ja, weil die Temperatur nicht hoch genug ist.

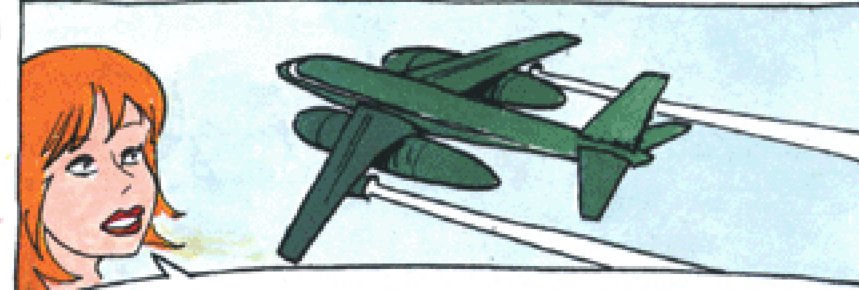




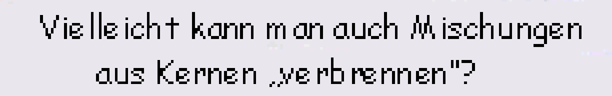




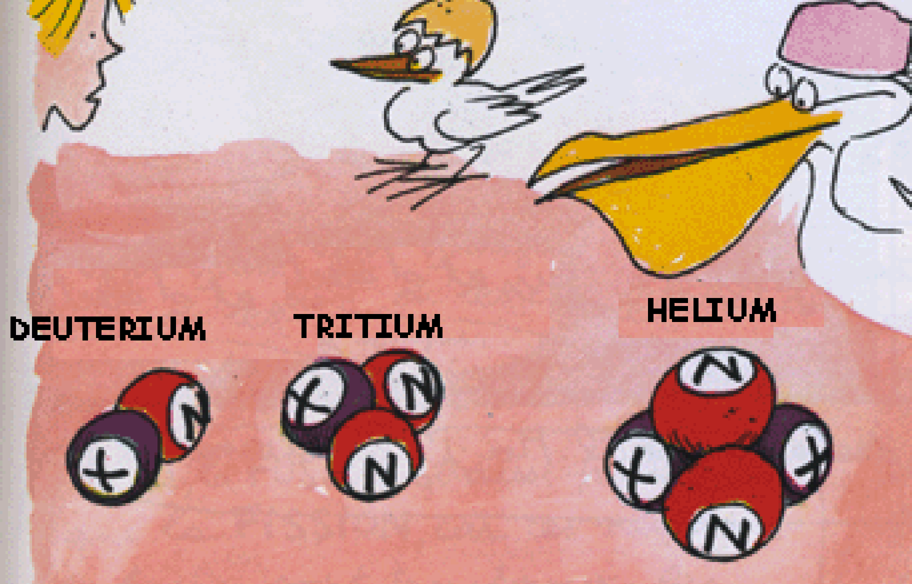
Es gibt also Reaktionen, die viel Energie abgeben, ohne toxische Substanzen zu produzieren...



Wenn eines Tages Flugzeuge mit einer Mischung aus (jeweils flüssigem) Sauerstoff und Wasserstoff fliegen, werden sie nur... Wolken zurücklassen!



Vorausgesetzt, die Temperatur ist auch hoch genug...



DEUTERIUM und **TRITIUM** sind zwei Arten **SCHWERER WASSERSTOFF** und können miteinander reagieren. (Der Kern des leichten Wasserstoffs besteht lediglich aus einem einzigen Proton **P**.) Die Kerne dieser Isotope unterscheiden sich nur durch die Anzahl ihrer Neutronen. Die Mischung aus Deuterium und aus Tritium tendiert dazu, Helium zu erzeugen.

Großer teuflischer Ball

Hier sieht man zwei Moleküle aus gasförmigem **SCHWEREM WASSERSTOFF**, der zur Hälfte aus **DEUTERIUM** und zur Hälfte aus **TRITIUM** besteht. Bei normaler Temperatur kreisen **ELEKTRONEN** um die Kerne und bilden Molekularbindungen (indem sie jeweils zwei Kerne miteinander verbinden).



Deuterium-Molekül



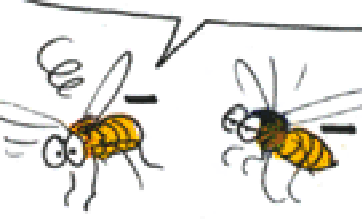
Tritium-Molekül

Mit steigender Temperatur wird der Tanz wirklich teuflisch schnell. Die Moleküle brechen auseinander (Dissoziation), und die Elektronen-Bienen kreisen jeweils nur noch um einen einzigen Kern.



UM DIE DREITAUSEND GRAD:

Es wird gänzlich unmöglich, um die Kerne zu kreisen, sie gehen ja ständig hin und her.



Ja, es ist die Hölle. Ich geb's auf...

Das heiße Gas wird nun zu einer Suppe aus Kernen und freien Elektronen, zu einem sog. **HEIßEN PLASMA**.

Ja, weiter so, drückt auf die Tube!

Ab **150 MILLIONEN GRAD (ZÜNDUNGSTEMPERATUR)** geschieht etwas Neues...

Wisst Ihr was? Wir könnten Vierergruppen bilden!

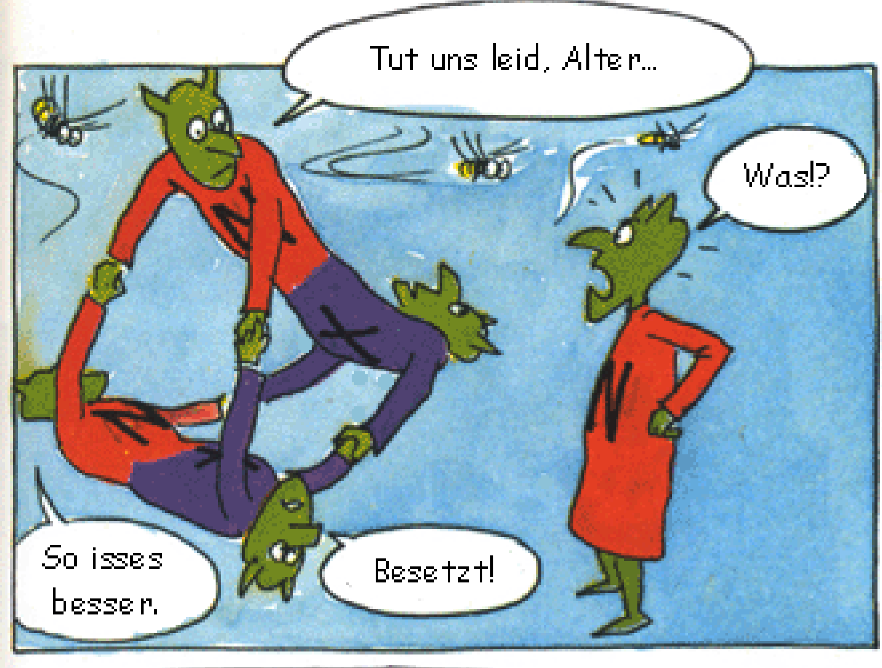
Die sind ja aufgedreht...

Glaubt Ihr?

Da ist doch was im Busch...

Ja, bei dieser Temperatur wäre es **STABILER**.

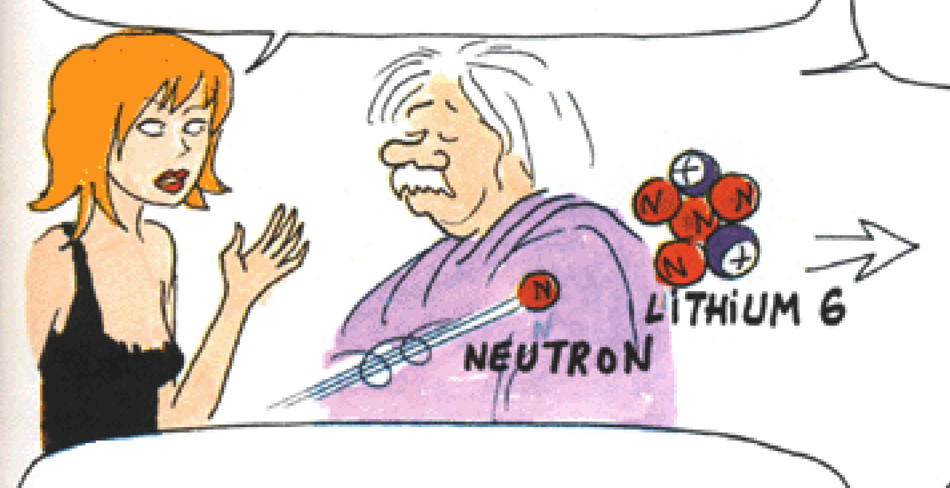
Hey, wartet mal!... 2 + 3 = 5, und Helium hat doch nur 4 Nukleonen, oder?





Dann ist aber die **FUSION** genau so umweltschädlich wie die **SPALTUNG**, da die aus der Fusion stammenden Neutronen aus den Nachbaratome ebenfalls radioaktive Atome machen werden.

Aber man versucht, diese Neutronen mit Lithium 6 zu absorbieren, welches dann Helium 4 und Tritium 3 ergibt.





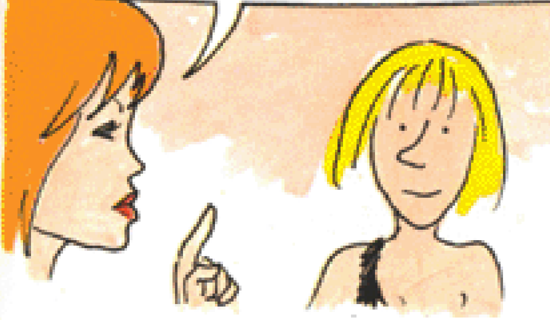
HELIUM 4



TRITIUM3

Anders gesagt: Der Mantel aus Lithium 6 verhält sich wie ein „Brutmantel", denn diese Reaktion liefert „Stoff für die Fusion", nämlich Tritium 3.

Ja, ein Fusionsreaktor hat eine gewisse Verwandtschaft mit einem Surgenerator. Und es ist gut so, denn das instabile Tritium (*) kommt in der Natur nicht vor.





Aber.. nur das Tritium wird neu erzeugt.

(*) Seine Halbwertszeit beträgt nur 12 Jahre.



Ich sehe aber, dass es lauter Fusionsreaktionen gibt, die gar keine freie Neutronen abgeben.
Li7
He4
H1
He4
Kern Physik
Lithium 7 + (leichter) Wasserstoff 1 ergibt 2 Kerne Helium 4 (7 + 1 = 2 x 4).
Bor 11 + Wasserstoff 1 ergibt 3 Kerne Helium 4 (11 + 1 = 3 x 4)
H1
B11
3He4
Ja, aber die erste Reaktion zündet bei **500** Millionen Grad. Und für die zweite braucht man fast eine Milliarde Grad!...
Hmm... Natürlich... Aber wie fusionieren Kerne konkret?
Im Herzen der Sonne geschieht es langsam, bei einer Temperatur von nur 15 Millionen Grad.
Demnach wäre die Sonne nur heiße Asche?
Ja. Um ein nukleares „Feuer" zu entfachen, braucht man 150 Millionen Grad, damit die Reaktionen innerhalb, sagen wir, einer Sekunde stattfinden.



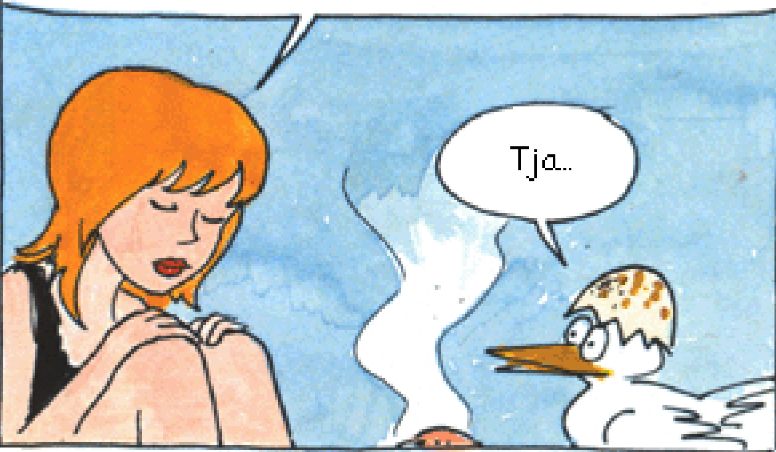
(*) Edward Teller, während des Krieges einer der Wissenschaftler in LOS ALAMOS, diente als Vorlage für die Hauptfigur des Filmes DR. SELTSAM ODER WIE ICH LERNTE DIE BOMBE ZU LIEBEN (Dr. Strangelove or: how I learned to stop worrying and love the bomb).


Teller hat sogar den Spiegel aus Uran 238 gebaut.
Warum Uran 238?
Aber klar doch, denk mal nach! Wenn die H-Bombe zündet, erbrüten die schnellen, aus der Fusion stammenden Neutronen, aus U238 das Pu239, welches sofort zerfällt.
Das ergibt die schreckliche Bombe SPALTUNG-FUSION-SPALTUNG.
FUSION DURCH GERICHTETE ENERGIE
Man versucht, zur FUSION zu gelangen, indem man auf eine (flüssige) Mischung aus DEUTERIUM und TRITIUM alle Arten von Energie überträgt: Strahlung von sehr leistungsstarken LASERN und viele Teilchen (Elektronen und Atomkerne), die aus Teilchenbeschleunigern stammen. Es wird eine kolossale LEISTUNG verbraucht. Um dieses THERMONUKLEARE Feuer zu entfachen, muß man (einige milliardstel Sekunden lang) auf eine Kugel von weniger als 1mm Durchmesser eine Leistung konzentrieren, die der eines Sonnenspiegels mit der Größe Frankreichs gleichkäme!
Man wird ja schön braun hier!
Zwar ist die MOMENTANE LEISTUNG enorm groß, aber die gesamte ENERGIE bleibt bescheiden: Dieses nukleares „Streichholz" entspricht in etwa zweihundert Gramm Pulver.
30mm Geschoß

EPILOG







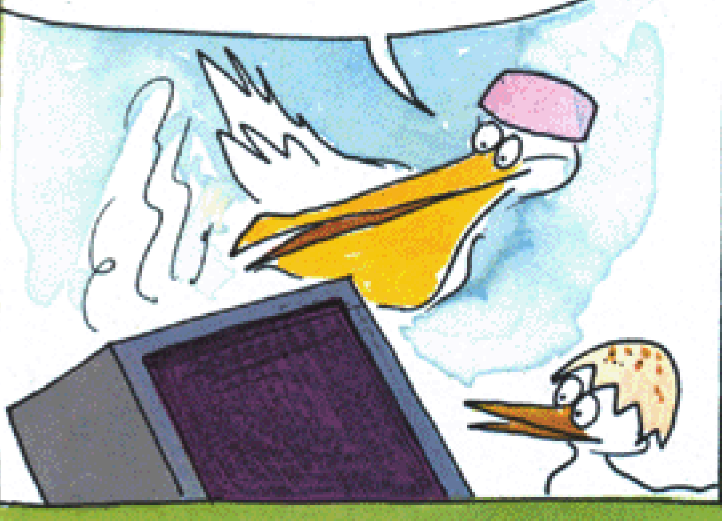
(*) Atomphysiker haben dieses Bild entworfen, nach dem sich der Reaktor in die Erde hineinfressen und... in China wieder auftauchen würde!

Bei Fusionsreaktionen, an denen keine freien Neutronen beteiligt sind, kann man theoretisch mit Hilfe leistungsstarker magnetischer Fallen das **FUSIONSPLASMA ISOLIEREN** (da geladene Teilchen vor starken Magnetfeldern „zurückschrecken".)

Es würde dann ein **GOLDENES ZEITALTER** herrschen! Das Fusionskraftwerk (Lithium-Wasserstoff oder Bor-Wasserstoff) wäre nicht umweltschädlich: Das einzige Reaktionsprodukt wäre nämlich Helium, mit dem man für die Kinder Luftballons aufblasen könnte!

Daß ich nicht lache! Das ist doch bloß ein Traum!

Es existieren aber katalytische Heizöfen, mit denen man **BEI SICH ZUHAUSE** Feuer machen kann. Man braucht dazu keinen Kamin und man muß die nicht einmal Fenster aufmachen.





Ach ja, stimmt! Wie schafft es denn die Sonne, die Kernfusion aufrecht zu halten, obwohl die Temperatur in ihrer Mitte nur **15 MILLIONEN** Grad beträgt? Das ist ja **ZEHN MAL KLEINER ALS DIE ZÜNDUNGSTEMPERATUR VON 150 MILLIONEN GRAD**?

Kohlenstoff dient ihr als Katalysator. Er ist an den eher komplizierten Etappen der Reaktion beteiligt und wird am Ende regeneriert. Es fängt mit Kohlenstoff 12 und Wasserstoff 1 an, welche Stickstoff 13 ergeben. Dann wird dieser Stickstoff 13 in Stickstoff 15 umgewandelt, und es ergibt sich schließlich:
Stickstoff 15 + Wasserstoff 1
→ Kohlenstoff 12 + Helium 4
(Bethe-Weizsäcker-Zyklus).

Zwar ist diese Reaktion für unsere Zwecke viel zu **LANGSAM**, nicht aber für die Sonne, die ja genügend Zeit hat.

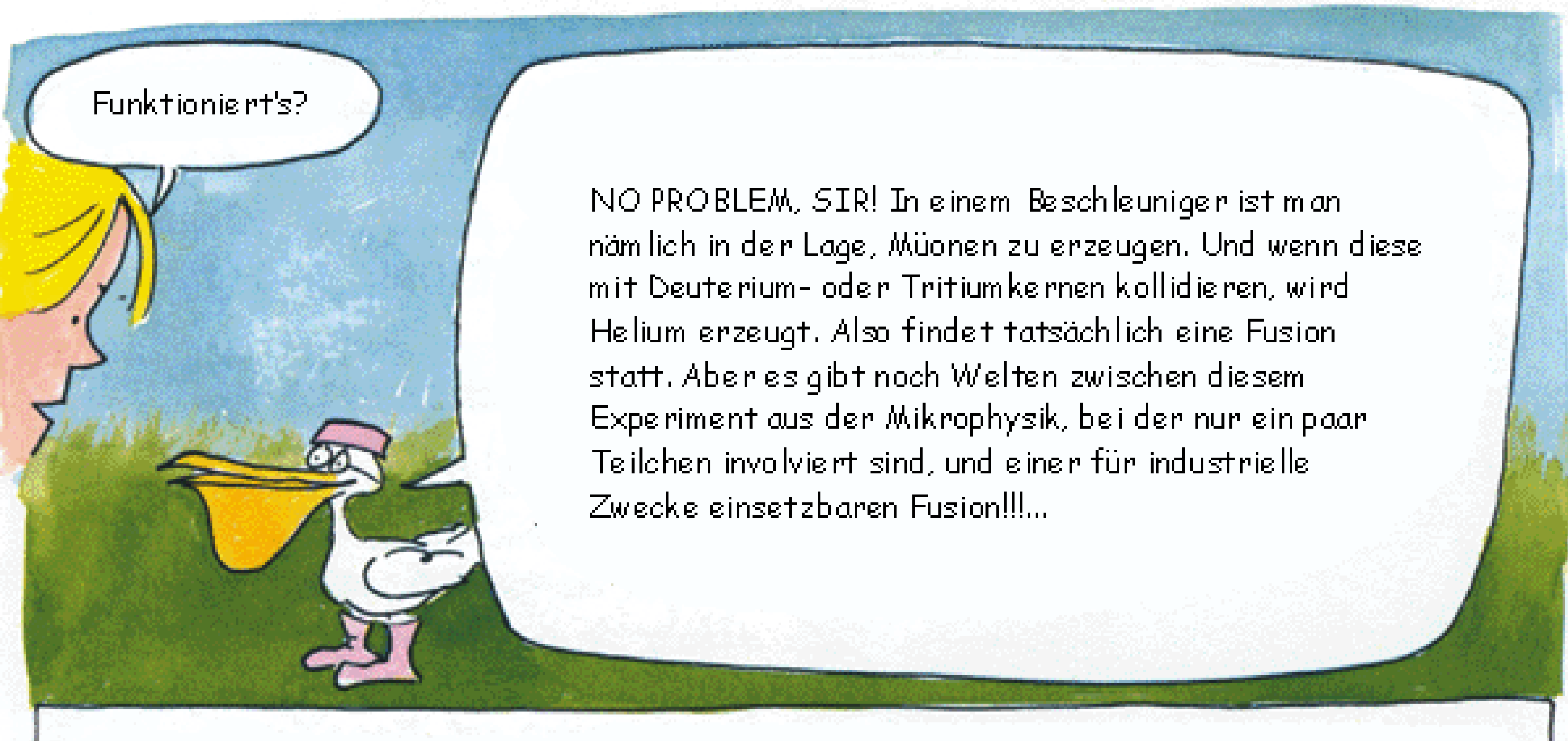
DIE MÜONEN

In einer kalten Gasmischung kann man komplizierte chemische Reaktionen in Gang setzen, indem man die Moleküle mit Elektronen beschießt, die aus einem einfachen Stromschlag stammen.



In einem Molekül kann man die Elektronen durch **MÜONEN** ersetzen. Das sind Teilchen, die dicken Elektronen gleichkommen, und die die Kerne näher aneinander bringen.




Funktioniert's?
NO PROBLEM, SIR! In einem Beschleuniger ist man nämlich in der Lage, Müonen zu erzeugen. Und wenn diese mit Deuterium- oder Tritiumkernen kollidieren, wird Helium erzeugt. Also findet tatsächlich eine Fusion statt. Aber es gibt noch Welten zwischen diesem Experiment aus der Mikrophysik, bei der nur ein paar Teilchen involviert sind, und einer für industrielle Zwecke einsetzbaren Fusion!!!...


Man kann auch mit dem **SPIN** der Kerne spielen, d.h. man lässt sie einen Walzer anstatt eines Tangos tanzen. Damit werden die Kollisionen effektiver.
Wenn der Frühling hold erblüht
Und der Sommer heiß erglüht...


BiNG
Oh pardon...
... Können Sie nicht aufpassen?


O nein! Immer wieder dieselbe Geschichte!

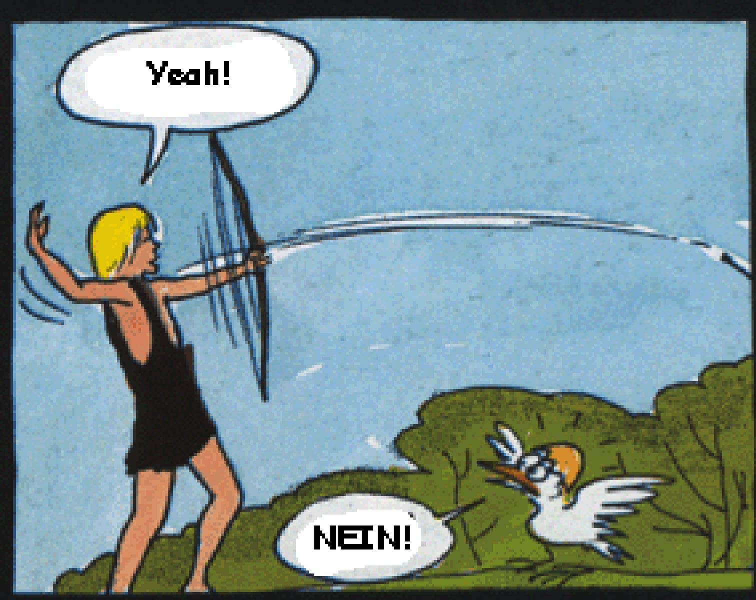

In der Kernphysik ist das letzte Wort noch nicht gesprochen.
Zukünftige Entdeckungen können noch alles über den Haufen werfen.


Wir sind erst am Anfang der Geschichte. Wie denkst Du darüber, Anselm?...


Die Kernkraft stellt **GLEICHZEITIG** eine große Hoffnung und eine schreckliche Gefahr dar.


Ja, ja, ich höre zu...





Ich sagte ja, es war ein Fehler, das **FEUER** zu erfinden...

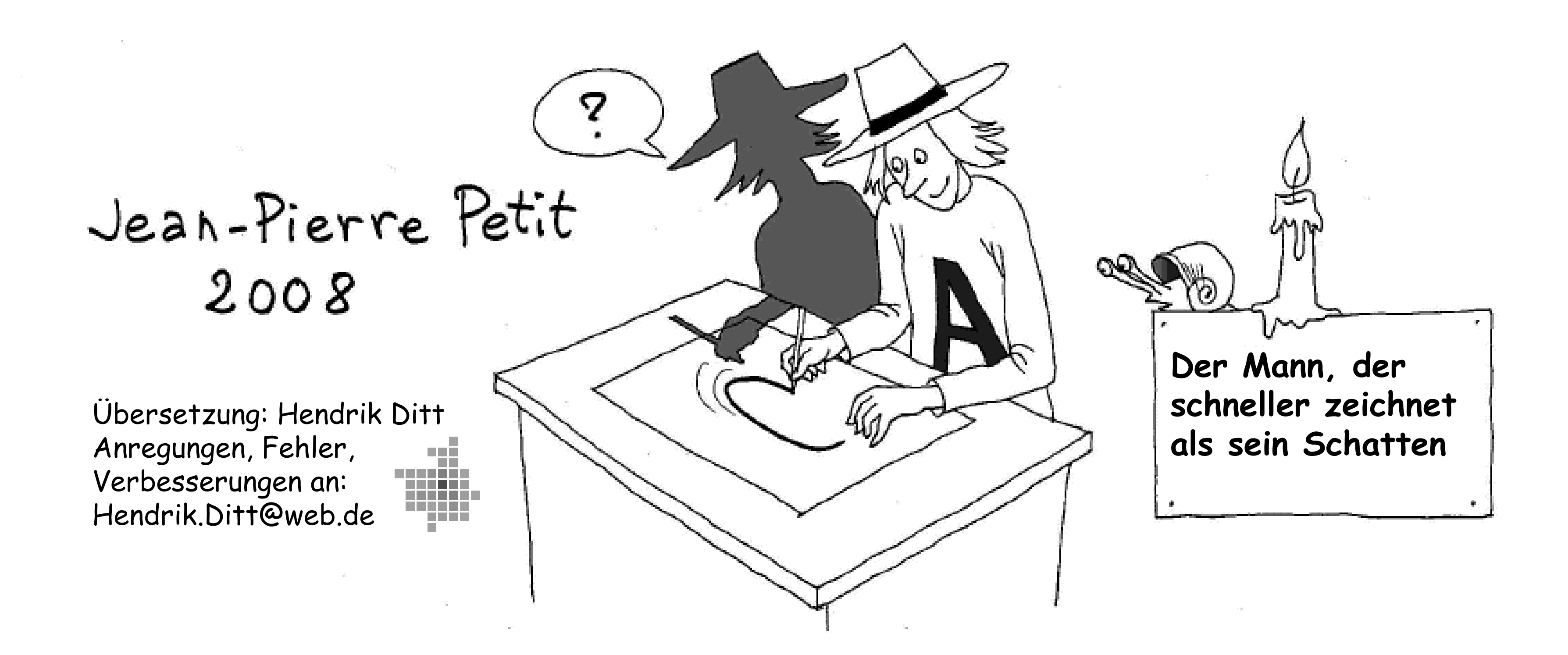



Und nun, zufrieden?
Wissenschaft... Pfui!
Ein so schöner Planet...

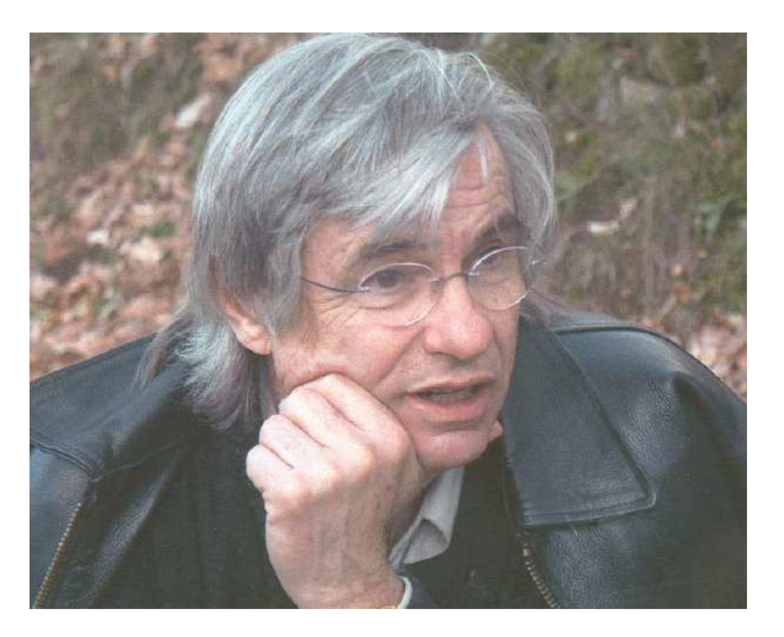


http://www.savoir-sans-frontieres.com

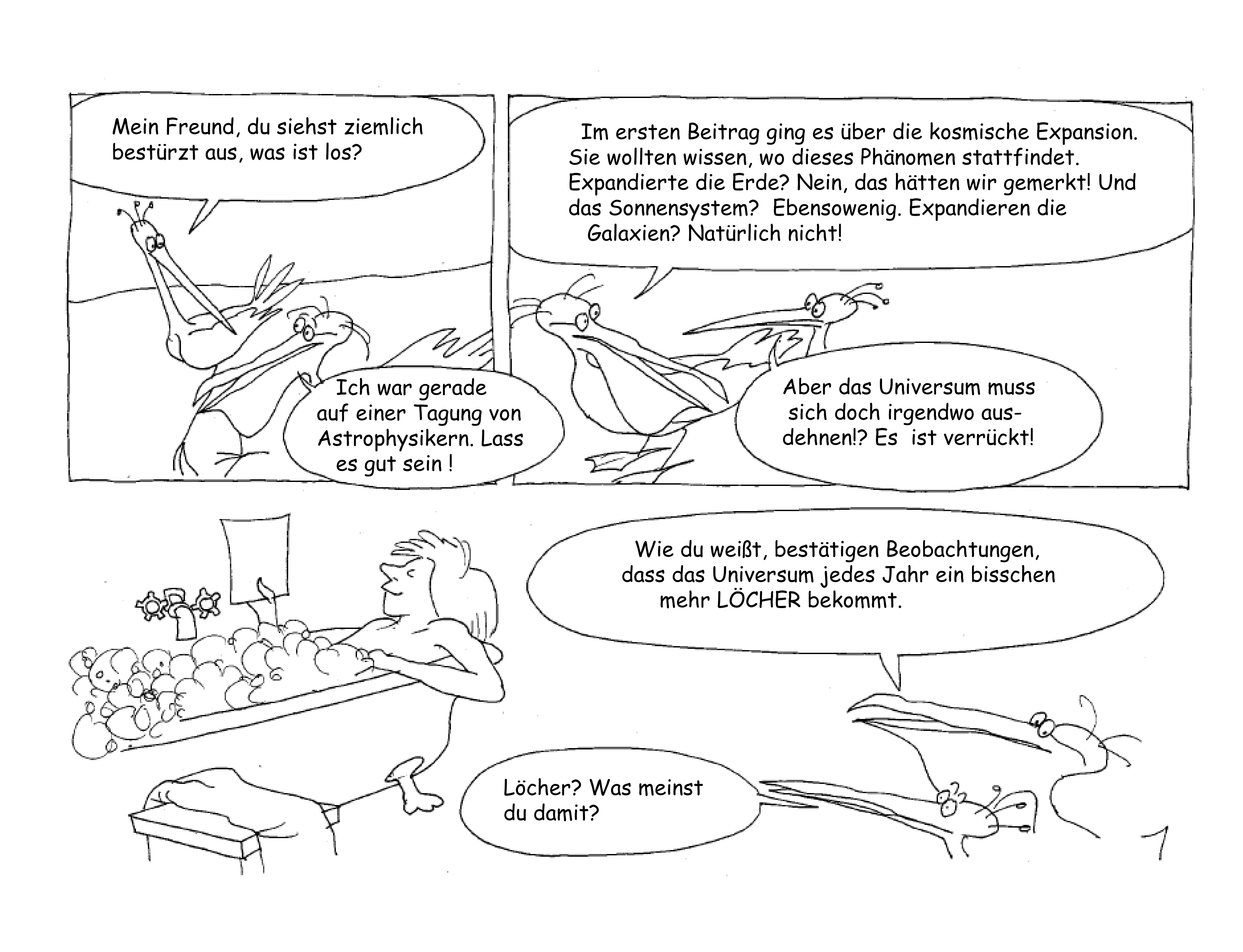
Schneller als das Licht



Übersetzung: Hendrik Ditt
Anregungen, Fehler,
Verbesserungen an:
Hendrik.Ditt@web.de



Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-PierrePetit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden. Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen. Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden. Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.



Mein Freund, du siehst ziemlich bestürzt aus, was ist los?
Ich war gerade auf einer Tagung von Astrophysikern. Lass es gut sein !
Im ersten Beitrag ging es über die kosmische Expansion. Sie wollten wissen, wo dieses Phänomen stattfindet. Expandierte die Erde? Nein, das hätten wir gemerkt! Und das Sonnensystem? Ebensowenig. Expandieren die Galaxien? Natürlich nicht!
Aber das Universum muss sich doch irgendwo aus-dehnen!? Es ist verrückt!
Wie du weißt, bestätigen Beobachtungen, dass das Universum jedes Jahr ein bisschen mehr LÖCHER bekommt.
Löcher? Was meinst du damit?

Nachdem man herausfand, dass sich Galaxien zu Clustern zusammenfügen, wie das Virgo Cluster oder das Coma Cluster, die tausende von Galaxien beinhalten, dachten man, das Universum hätte vielleicht eine HIERARCHISCHE Struktur.



Man fing an, nach SUPER CLUSTERN und „Clustern von Clustern" zu suchen, und so weiter.

Und, was hat man gefunden?



Was mich an der wissenschaftlichen Welt wundert ist, dass Thesen aufgestellt werden, größer werden und dann wie Seifenblasen zerplatzen. Es gab eine Zeit, da redete man von nichts anderem als „Super Cluster". Dann dann auf einmal: pfft! Und sie waren weg.

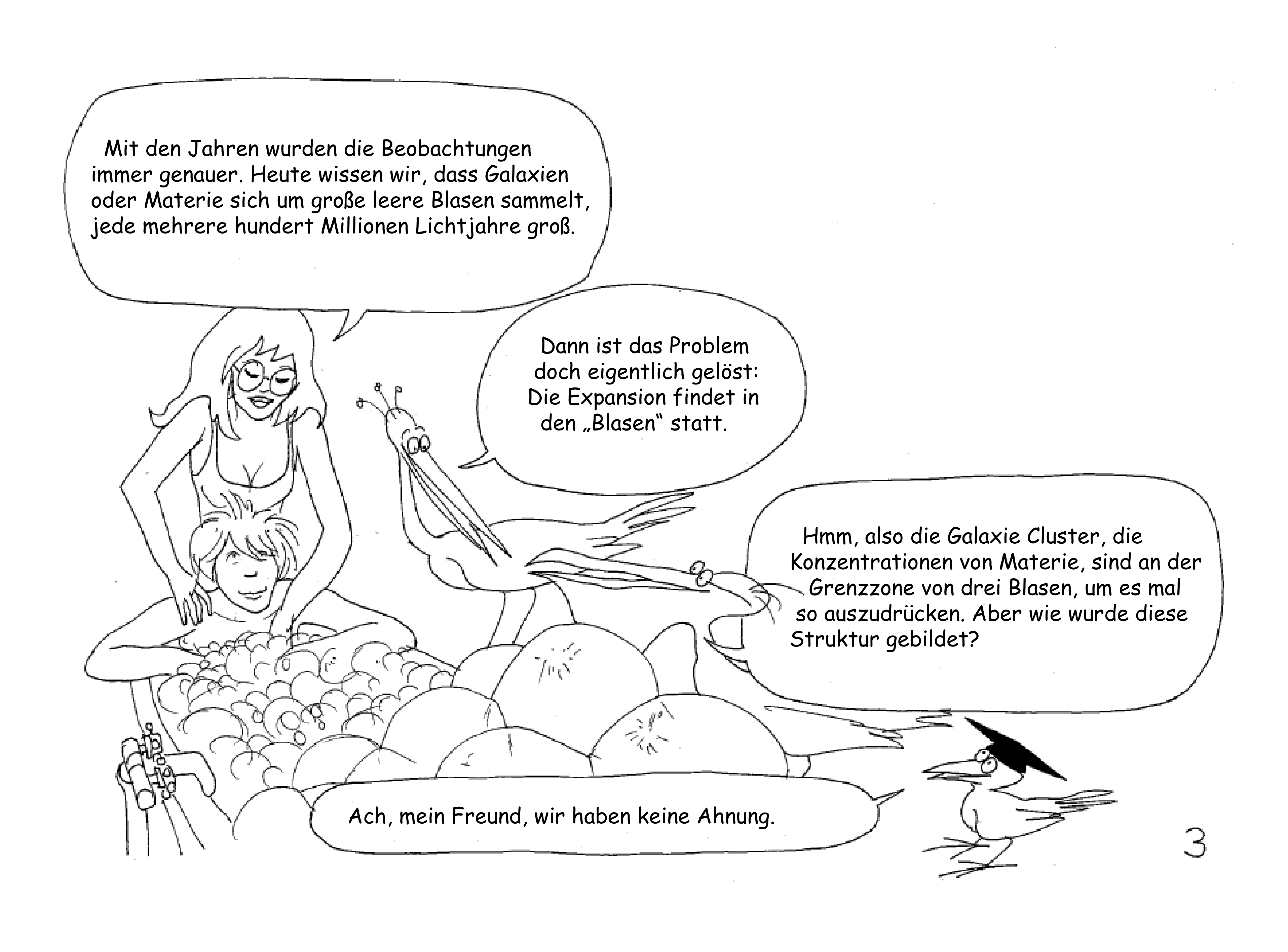
Genau!

Ich vermute, weil sie keine gefunden haben.

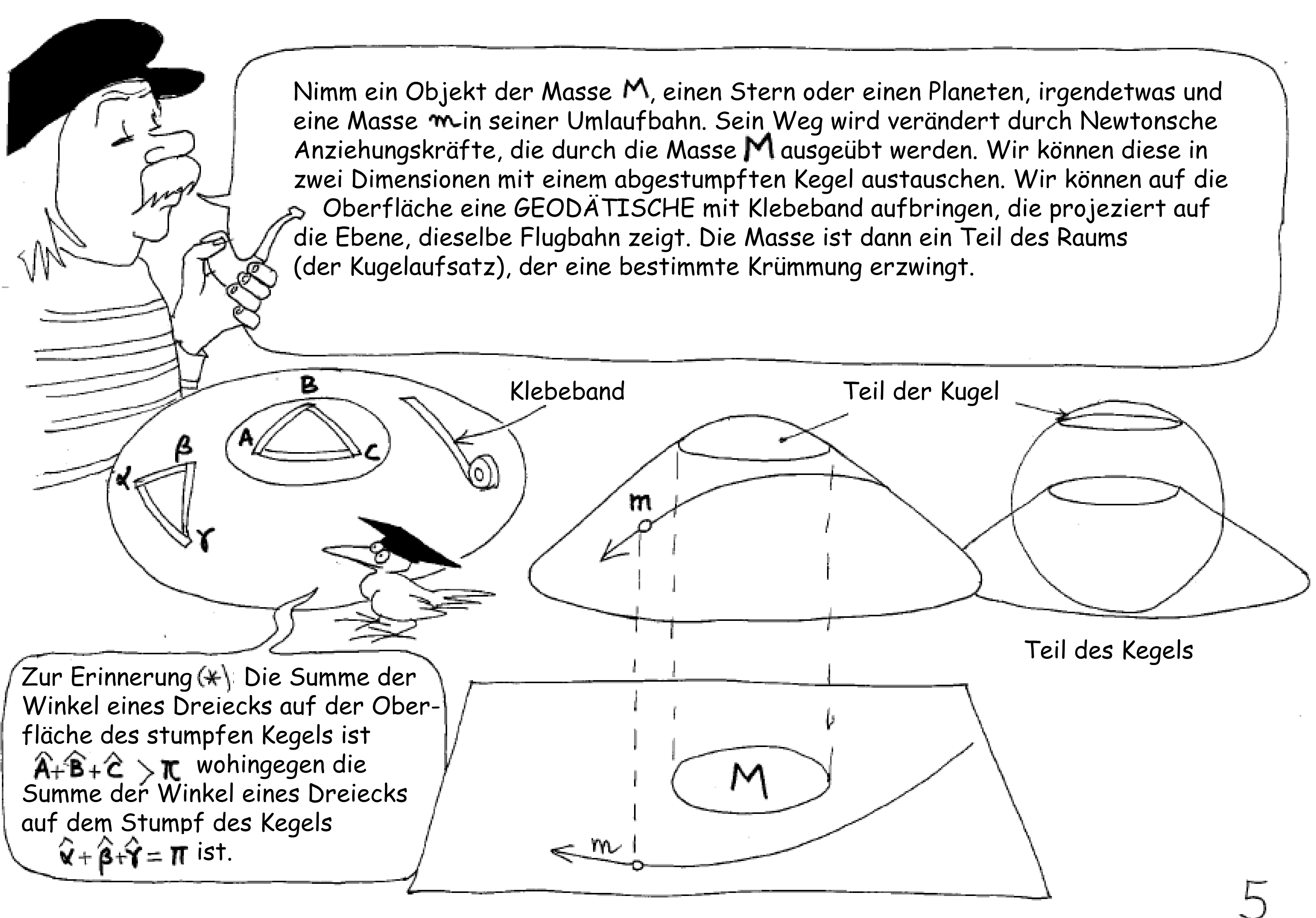
Allerdings hat man einen Ort gefunden, an dem sich Galaxien in einer Art Scheibe zusammengefunden haben. Diese Scheibe nannte man „THE GREAT WALL", die große Wand.



Mit anderen Worten: In dieser „Scheibe" befinden sich viele Galaxien und außenrum ist es leer?


Mit den Jahren wurden die Beobachtungen immer genauer. Heute wissen wir, dass Galaxien oder Materie sich um große leere Blasen sammelt, jede mehrere hundert Millionen Lichtjahre groß.
Dann ist das Problem doch eigentlich gelöst: Die Expansion findet in den „Blasen“ statt.
Hmm, also die Galaxie Cluster, die Konzentrationen von Materie, sind an der Grenzzone von drei Blasen, um es mal so auszudrücken. Aber wie wurde diese Struktur gebildet?
Ach, mein Freund, wir haben keine Ahnung.


Aber ich vermute am Ende muss es irgendein Modell davon geben. Wir haben doch sehr gute Computer, oder nicht?
Einige probieren es mit dunkler kalter Materie, aber sie sind nicht wirklich ..... überzeugend.
Ich seh gar nichts.
Das ist normal, es ist dunkle Materie.
Herr Albert, erzählen Sie uns, was Sie davon denken. Es ist bestimmt zehn Jahre her, dass wir Ihre Neuigkeiten auf diesen Seiten lesen konnten.
Tja, ... Ich muss bei meinen Ideen bleiben.
Als Erstes: Setze die Kräfte der GEOMETRIE ein.



(*) Siehe auch: Das Geometrikon, Das schwarze Loch

Also, MASSE = KRÜMMUNG, also stimmen wir überein, wenn das Universum LÖCHRIG ist, heißt das, dass es GEPFLASTERT ist mit 3D Regionen, die die Krümmung darstellen, abegtrennt durch NICHT-GEBOGENE, flache, Euklidische Regionen. Das ist richtig, oder?

Richtig, aber worauf willst du hinaus?

Der Junge ist nicht zu stoppen ....

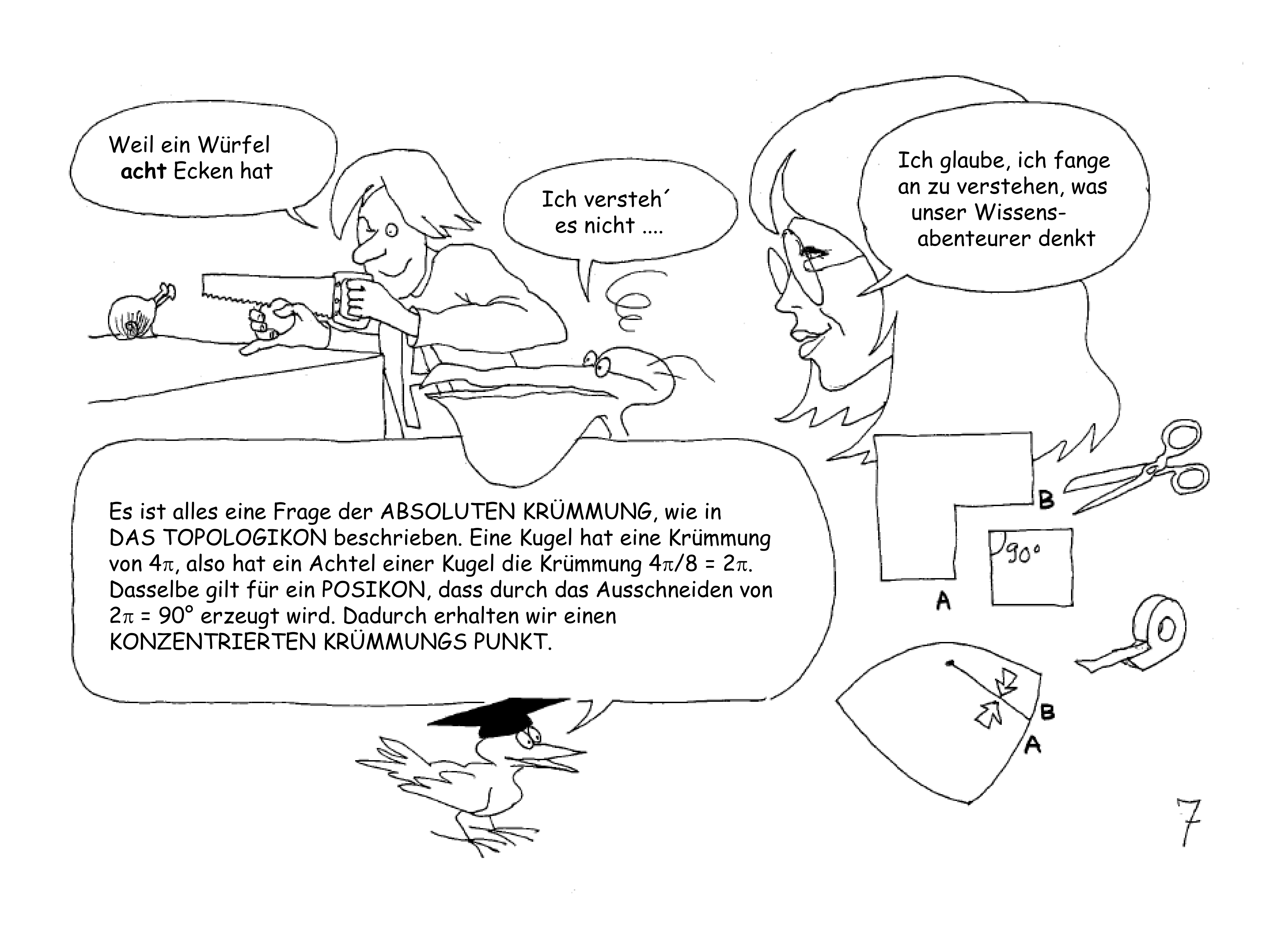
Also, hm, das ist richtig, aber ist es nicht sehr schwer, gebogene 3D Objekte mit 3D Objekten im Euklidischen Raum zu verbinden?

Ja, aber wie in deinem vorherigen Bild können wir das in 2D machen.

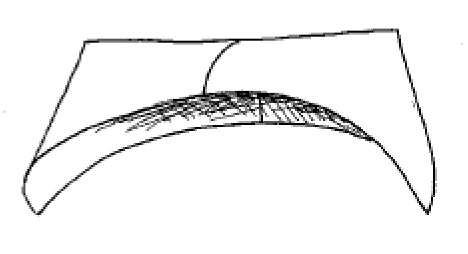
Schaut mal, ich nehme einen Tischtennisball

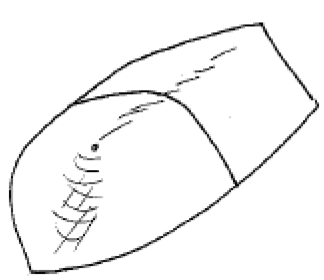
und teile ihn in acht Teile

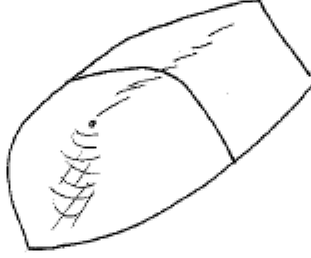
Warum in acht ?!?


Weil ein Würfel **acht** Ecken hat
Ich versteh´ es nicht ....
Ich glaube, ich fange an zu verstehen, was unser Wissens-abenteurer denkt
Es ist alles eine Frage der ABSOLUTEN KRÜMMUNG, wie in DAS TOPOLOGIKON beschrieben. Eine Kugel hat eine Krümmung von 4π, also hat ein Achtel einer Kugel die Krümmung 4π/8 = 2π. Dasselbe gilt für ein POSIKON, dass durch das Ausschneiden von 2π = 90° erzeugt wird. Dadurch erhalten wir einen KONZENTRIERTEN KRÜMMUNGS PUNKT.
B
90°
A
B
A

Ein Würfel ohne Ecken



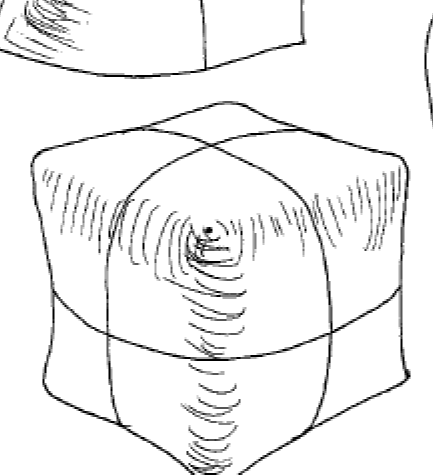




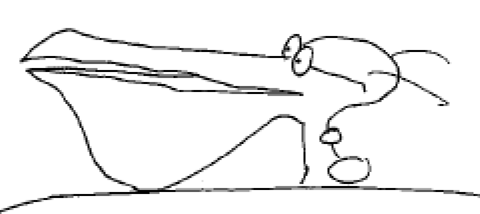
Zwei zusammengesetze Posikone

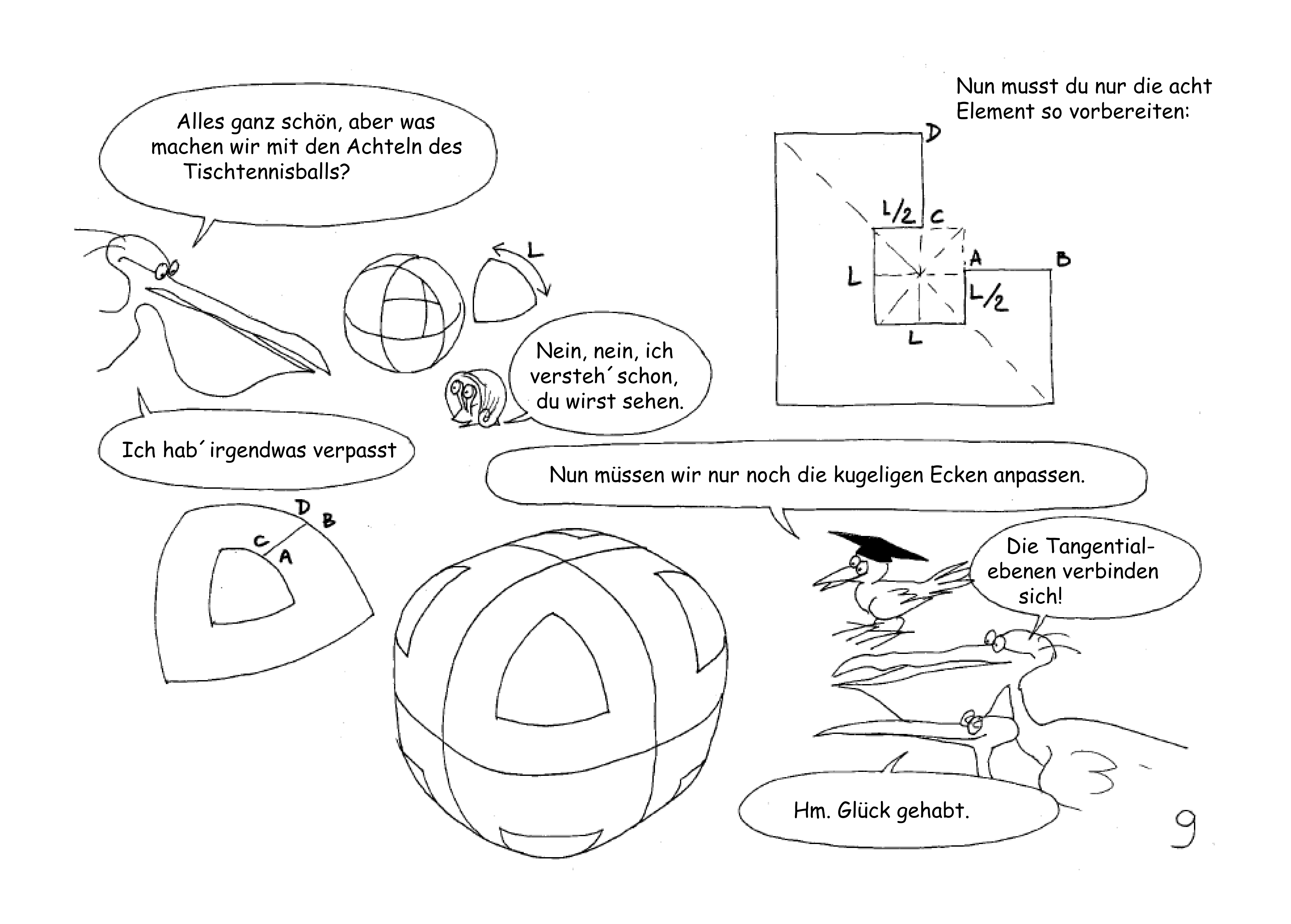


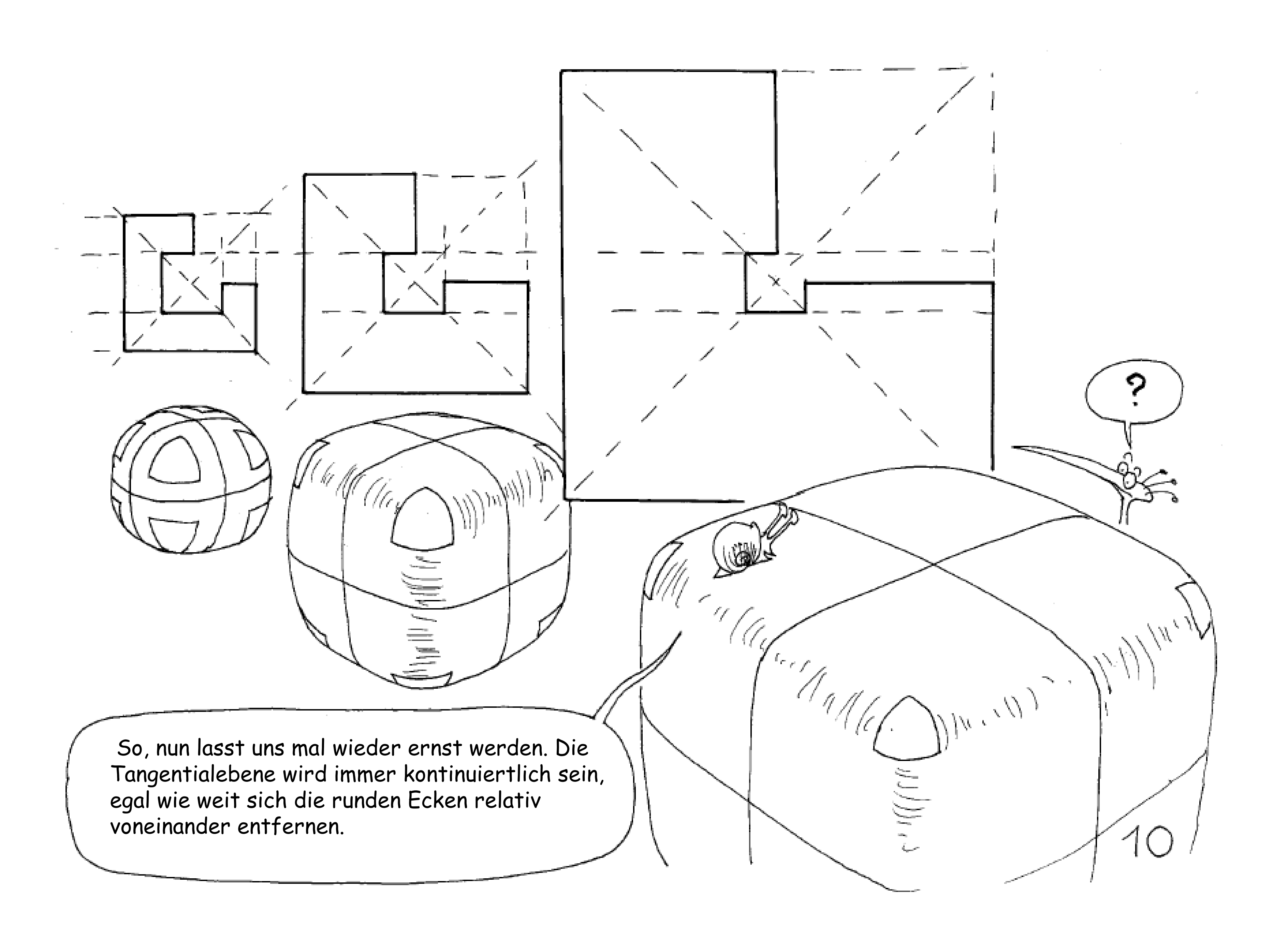
Sechs ....



Acht ...

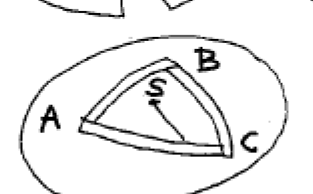



Alles ganz schön, aber was machen wir mit den Achteln des Tischtennisballs?
L
Nein, nein, ich versteh´schon, du wirst sehen.
Ich hab´irgendwas verpasst
Nun musst du nur die acht Element so vorbereiten:
D
L/2
C
A
B
L
L/2
L
D
B
C
A
Nun müssen wir nur noch die kugeligen Ecken anpassen.
Die Tangentialebenen verbinden sich!
Hm. Glück gehabt.

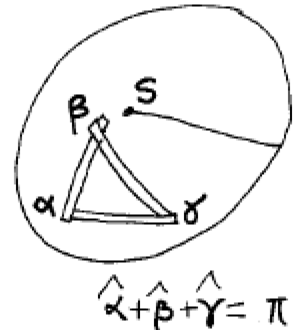

?
So, nun lasst uns mal wieder ernst werden. Die Tangentialebene wird immer kontinuiertlich sein, egal wie weit sich die runden Ecken relativ voneinander entfernen.



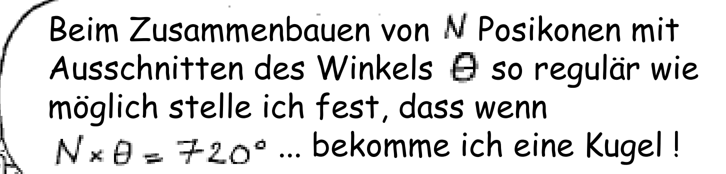
(*) Lies nochmal die Comics, die in den vergangenen dreißig Jahren enstanden sind (besonders **DAS SCHWARZE LOCH**, ab Seite 8). Du erzeugst ein POSIKON, in dem du ein Stück aus einer Ebene mit dem Winkel θ herausschneidest. Wenn du nun ein Dreieck mit drei Geodätischen zeichnest, gibt es dafür zwei Möglichkeiten: Entweder beinhaltet das Dreieck den Punkt S, in dem Fall ist die Summe der Winkel des Dreiecks $\pi + \theta$, oder es beinhaltet den Punkt nicht. In dem Fall ist die Summe der Winkel gleich der EUKLIDISCHEN SUMME, und das ist π , Wenn du zwei Posikone zusammen nimmst, die Einschnitte von θ_1 und θ_2 haben, ist die Summe der Winkel eines Dreiecks, dass sowohl den Mittelpunkt S_1 als auch den Mittelpunkt S_2 beinhaltet, gleich der Euklidischen Summe π plus $\theta_1 + \theta_2$.



$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \pi + \theta$



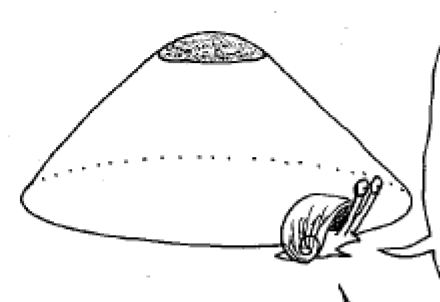
$\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = \pi$

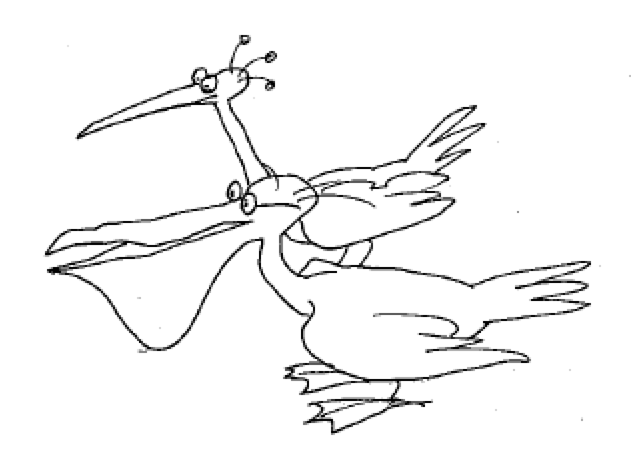


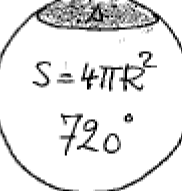
Das ist ganz normal. Der Wert der Krümmung eines Kugel ist gleich 720° .

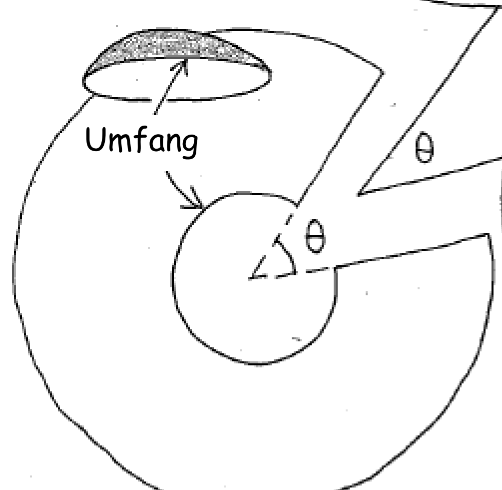
Nun komm da raus, mein Freund.

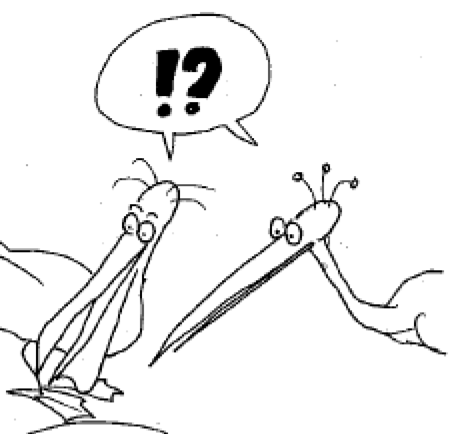
(*) DAS SCHWARZE LOCH, Seite 9


Wenn du ein gebogenes Stück in den Euklidischen Raum einpassen willst, musst du nur sichergehen, dass die Krümmungen überein-stimmen. Zum Beispiel, um einen abgestumpften Kegel zu erzeugen.



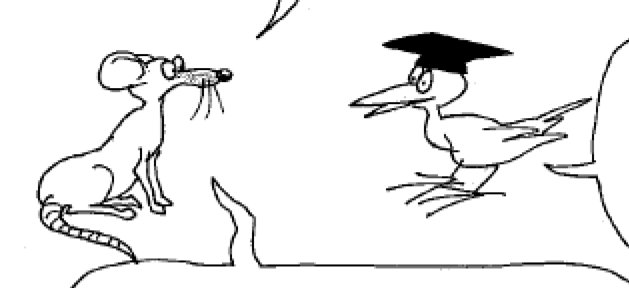

S = 4πR²
720°
Die Größe der Krümmung in dem Kugelaufsatz ist gleich
θ = 720° × s / 4πR²


Umfang
θ
θ
Die Flanke des abgerundeten Kegels ist Teil eines Kegels der Herausschneiden des Winkels θ entstanden ist. Du musst nur den oberen Teil des Kegels abschneiden, So dass der Umfang des Kegel-schnitte mit dem des Kugelaufsatzes übereinstimmt.


!?
Ist doch einfach!

MATERIE, VAKUUM

So, wenn ich es richtig verstehe, besetzt die Materie im Universum eine Art Inseln mit sehr viel Leere drumherum oder dazwischen. Aber die Leere, das NICHTS, was ist das?



Für einen Physiker kann es keine perfekte Leere, voll mit NICHTS geben. Dafür müßte das ganze Universum absolut leer sein. Es wäre unmöglich, diese perfekt Leere zu isolieren, auch mit einer perfekten hermetischen Abdichtung, denn dann würde die Materie strahlen und das NICHTS wäre gefüllt mit Photonen, die von der Wand abgestrahlt werden. (*)

Mit anderen Worten: Dieses große NICHTS zwischen den Galaxien ist voll mit Photonen, die von den Sternen ausgesandt werden.

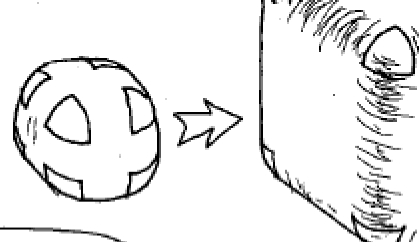


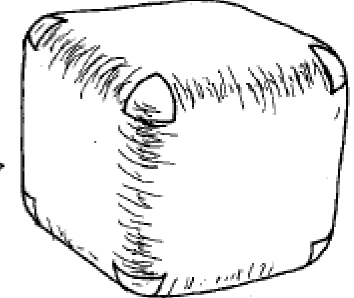
Es ist sinnvoll, nochmal das Buch DER URKNALL zu lesen. Beobachtungen aus dem Jahr 1967 haben eine große Anzahl an Photonen im Universum gezeigt (Tausend Millionen mal zahlreicher als Materie), die die KOSMOLOGISCHE HINTERGRUNDSTRAHLUNG bei 3k bilden. Die Photonen bilden durch Zusammenstöße das, was wir „Kosmisches Nichts" nennen und füllt die 100 Millionen Lichtjahre großen Blasen.

(*) Entsprechend $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = kT$, wobei T die absolute Temperatur der Wand ist,

c die Lichtgeschwindigkeit, h die Planck´sche Konstante und k die Boltzmann Konstante.









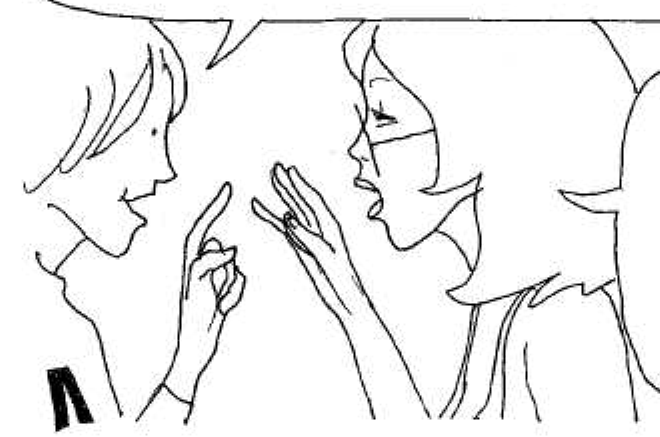


(*) $\lambda = \frac{hc}{kT}$; $h = 6{,}63\ 10^{-34}$

$c = 3\ 10^{8}\ m/s$; $k = 1{,}38\ 10^{-23}$

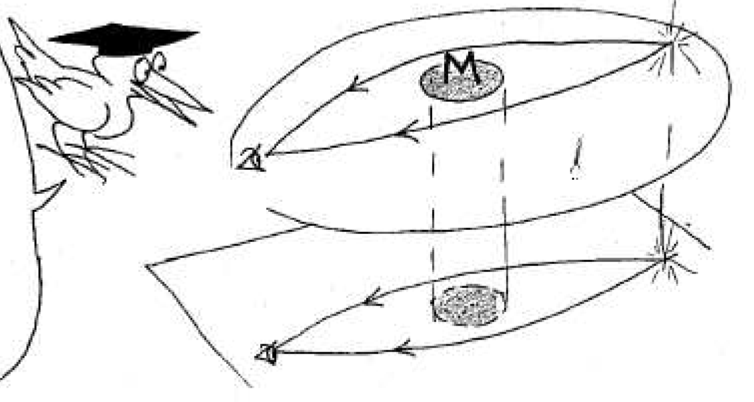
$T = 3°K \Rightarrow \lambda = 5\ 10^{-3}\ m$

Sophie, die Energie im Universum ist die Summer aller Materiepartikel m , also mc^2, was nicht variiert falls m und c Konstaten sind und $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ die Energie der kosmologischen Photonen. Wenn sich ihre Zahl nicht ändert, die Wellenlänge λ aber größer wird mit der CHARAKTERISTISCHEN DIMENSION R des Universums, heißt das, dass seine Energie geringer wird.
DER KOSMOS VERLIERT ENERGIE!



Stell dir nicht vor, dass alles so leicht und einfach ist, verstehst du? Das KOSMOLOGISCHE MODELL ist ein einfaches GEOMETRISCHES MODELL, eine Lösung für EINSTEINS GLEICHUNGEN, die nicht in der Lage ist, mit kleinen Partikeln umzugehen; dafür gibt es die QUANTENMECHANIK, aber wie du weißt, hat die „Hochzeit“ der beiden Theorien noch nicht stattgefunden.

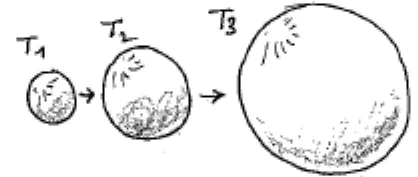
Mit anderen Worten: Wir nehmen eine HYPEROBERFLÄCHE im 4D und setzen kleine Partikel hinein, davon ausgehend, dass diese geodätischen Bahnen folgen. Diese HYPOTHESE erlaubt einige VORHERSAGEN. So z.B. für die Photonen: Ihre Ablenkung durch eine Masse erzeugt den GRAVITATIONS-LINSEN EFFEKT, dieser wurde 1915 während einer totalen Sonnenfinsternis bestätigt.



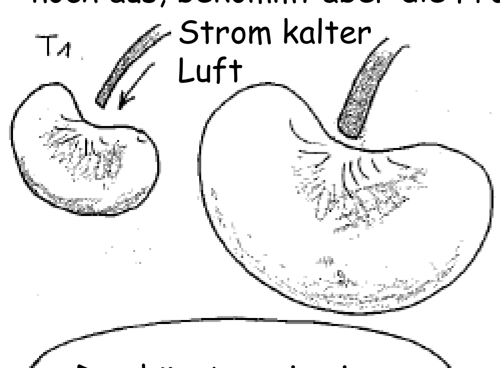
KOSMOLOGIESCHES MODELL

Ein KOSMOLOGISCHES MODELL ist eine Lösung zu einer Menge von Gleichungen wie EINSTEINS Gleichung $S \Leftarrow \chi T$, die in „Richtung des Pfeils“ gelesen werden soll. T stellt dabei den ENERGIE- und MASSEGEHALT des Universums dar, die das AUSSEHEN DER GEOMETRIE der vierdimensionalen HYPEREBENE bestimmt, also die RAUM-ZEIT. Lasst uns ansehen, wie die Verteilung der Energie in einem Objekt seine Geometrie bestimmt. Stell dir ein Gebilde aus Metallfolie bei normaler Temperatur in der Form einer Kugel vor. Lasst uns dieses Gebilde in uneinheitlicher Art und Weise erwärmen, indem man es in ein Gas stellt, das immer mehr erwärmt wird; zur gleichen Zeit aber wird eine andere Stelle mit einem Strom kalter Luft abgekühlt. Dieses Objekt wird sich ausdehnen, aber die Form hängt ab von der Temperatur an jedem Punkt im Gebilde ab.

Die Direktion.



Ein hohle Metallkugel in einer Amthosphäre, die immer wärmer wird, wird sich ausdehnen, wobei sie ihre Kugelsymmetrie behält. Aber wenn man einen Teil der Kugel mit einem Strahl kalter Luft kühlt, so dehnt sich diue Kugel immer noch aus, bekommt aber die From einer Bohne.



Das könnten wir ein TEMPERATURFELD nennen.



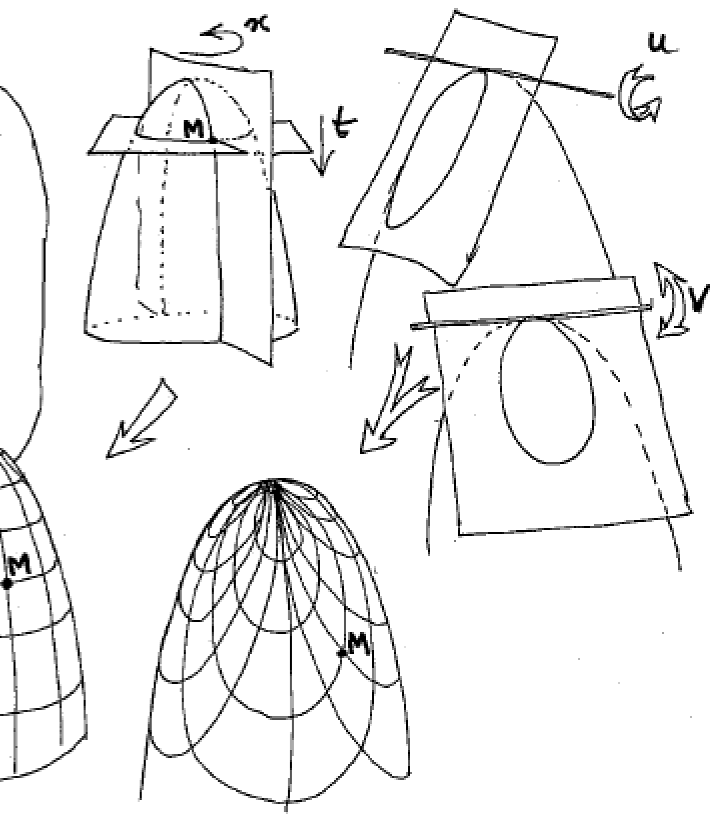
Anselm hat ein geometrisches 2D Modell eines inhomogenen Universums gebaut, mit Regionen die nicht wachsen umgeben von Nichts, das sehr stark expandieren kann. Dies ist der Schlüsselaspekt des Kosmos, so wie wir ihn im Moment kennen. Vorher betrachteten Kosmologen das Universum als eine Art einheitliches Gas, die „Moleküle" waren die Galaxien. (*) Dieses Modell ist zwar überholt, aber heute kann niemand ein Lösung von Einsteins Gleichungen bauen, die nicht die Symmetrie einer S3 Kugel hat. Daher versuchte man eine grundlegend inhomogene Welt zu beschreiben, löchrig, und dabei eine schaffte man eine perfekt „glatte", homogene Lösung. Wenn wir Einsteins Feldgleichungen zur Lösung heranziehen, haben wir eine vier-dimensionale Hyperfläche. Wir müssen sie immer noch abbilden auf ein Koordinatensystem (x,y,z,t). Die ersten drei Koordinaten bilden dabei die POSITION eines Punktes auf der Hyperfläche ab, die vierte Koordinate stellt dabei die Zeit dar. Das ist der Zeitpunkt, an dem die GEOMETRIE den Staffelstab and die PHYSIKER weitergibt...



(*) Ein Universum gefüllt mit Staub, die Geschwindigkeit der Bewegung der Galaxien ist sehr klein im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit C

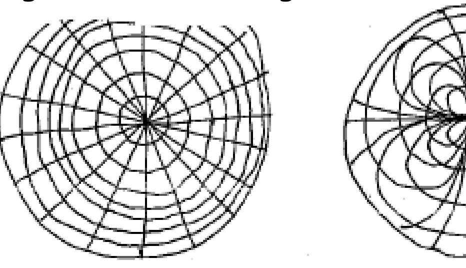
Der Karthograph

Lasst uns eine Oberfläche mit einer Parabolform betrachten, wie ein runder Fingerhut. Wir erhalten die Position eines Punktes M mit Hilfe von zwei Zahlen, die wir KOORDINATEN nennen. Aber für einige Oberflächen gibt es eine Unzahl verschiedener KOORDINATENSYSTEME. Zum Beispiel kann man den Fingerhut unterteilen mit zwei Arten von Ebenen, die einzelnen Abschnitte werden gebildet von zwei Arten von Kurven.



Wenn dieser Fingerhut eine 2D Raun-Zeit darstellen soll, dann muss es ein besonderes Koordinatensystem geben, das RAUM und ZEIT eindeutig beschreibt, oder nicht?


Fingerhut in Richtung der Achse

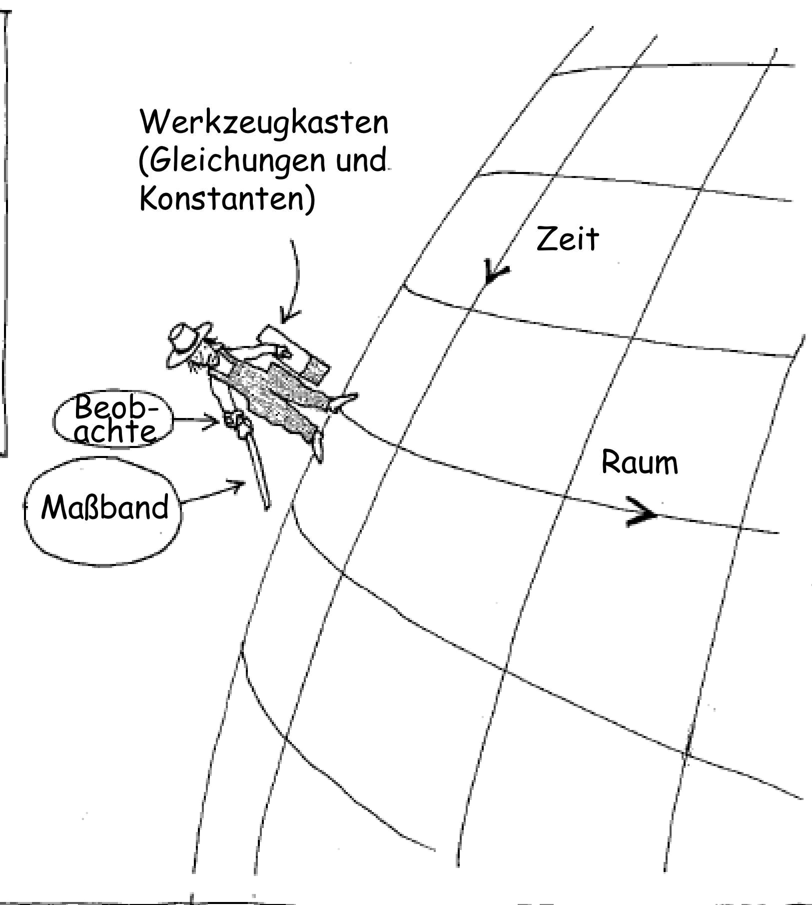


Zeichne mir ein Schaf (*)

Einer der großen Paradigmenwechsel, die sich am Anfang des Jahrhunderts ereignet haben, war die Erkenntnis, dass wir nicht in einer 3D RAUM-ZEIT leben, sondern in einer 4D Hyperfläche. Im selben Zeitraum haben neue Gleichungen das vervollständigt, was wir schon wussten, z.B die Gleichungen von Maxwell, des Elektromagnetismus. NEUE PHÄNOMENE, aber auch eine neue Sammlung von beobachtbaren Dinge wie der elektrischen Ladung. Der Physiker hat nun einen Werkzeugkasten mit einigen unabhängigen Gleichungen und einigen Konstanten.

- G : Gravitationskonstante
- c : Lichtgeschwindigkeit
- m : Elementarmassen (Elektron, Neutron)
- $\hbar$: Planck-Konstante
- e : Elementare Elektronenladung
- μ_0 : „Magnetische Durchlässigkeit des Nichts"
- α : Feinstrukturkonstante (Atomgeometrie)

Wir stellten fest, dass es überall im Universum dieselben Atome gibt, sie sich entwickeln, eine Vergangenheit und eine Zukunft haben und dass wir in einem winzigen Teil der Raum-Zeit leben.



(*) „Der kleine Prinz",
d´Antoine de Saint-Exupéry, Frankreich

Wir haben festgestellt, dass STRAHLUNG und MATERIE einfach zwei Seiten derselben Medaillie sind. ENERGIE-MATERIE, basierend auf der großartigen Gleichung $E = mc^2$. Die Leute begannen schnell, dieses mit wundervollen Experimenten zu überprüfen, die draußen in der frischen Luft stattfanden.

Es bleibt uns nur, die Eigenschaften des Lebensraumes der Hyperoberfläche LOKAL zu studieren.

Lasst uns mal vorstellen, auf einer Oberfläche zu leben, dessen Krümmung leicht von einem Punkt zum anderen variiert. Wir können eine Schablone darüberschieben: e

Nun lasst uns die Schablone umdrehen. Ihre Größe ändert sich dadurch nicht. Drehen wir sie wieder um, so erhalten wir wieder die initiale Figur. Das ist eine Spiegel-Transformation, bei der die Größe gleich bleibt.

Wir würden auch feststellen, dass die Schablone unveränderlich ist, wenn wir sie drehen oder verschieben (nur ein bisschen, nicht zu viel) (*)

 Man sagt, dass der Raum lokal INVARIANT ist gegenüber Gruppen von ROTATIONEN und TRANSLATIONEN



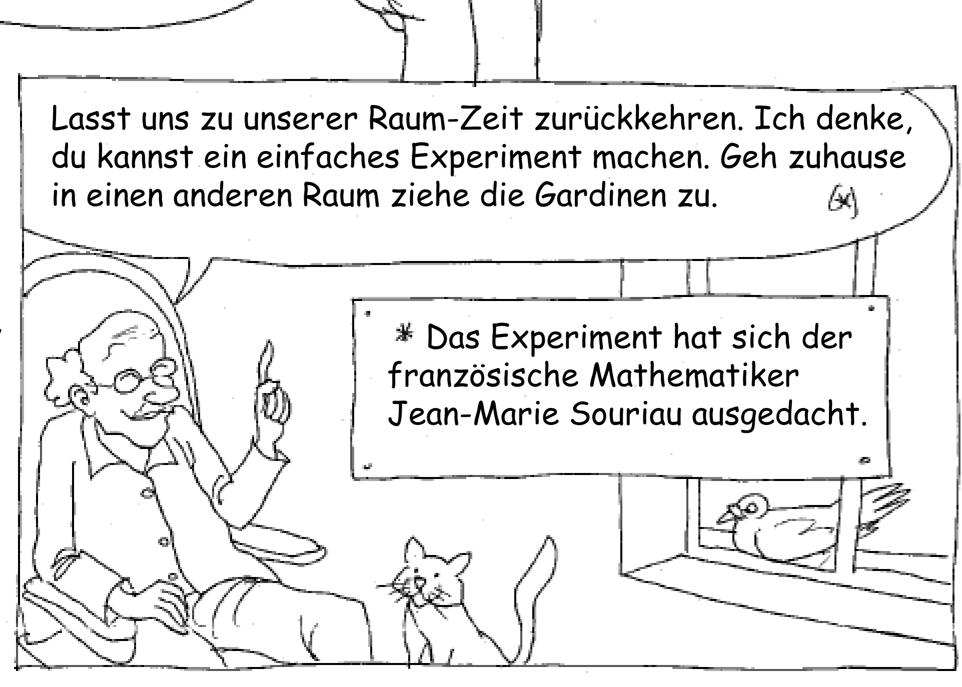
Diese Symmetrie führt uns die MATERIE- (*) ANTIMATERIE DUALITÄT, die, unter Anderem, die Elektrische Ladung invertiert.

9 = -e

Die Tatsache, dass sich die Größe der Schablone nicht geändert hat, zeigt den Umstand, dass die Masse eines Antimaterieteilchens die Gleiche ist, wie die des symmetrischen Teilchens.

m = m

Für alle Teilchen gilt: Neutronen, Mesonen, Quarks usw. besitzen ein Antiteilchen, ausser PHOTONEN, die ihre eigenen Antiteilchen sind.



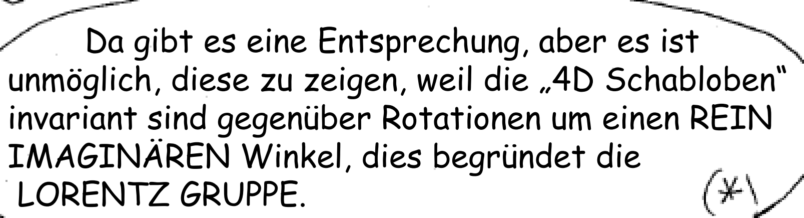


NICHTS passiert.

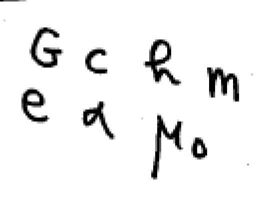
Es ist eine anderes „Schablone“-Problem, wir haben es bewegt, aber in **4D**

Wir sind invariant gegenüber Raum-Zeit-Verschiebungen

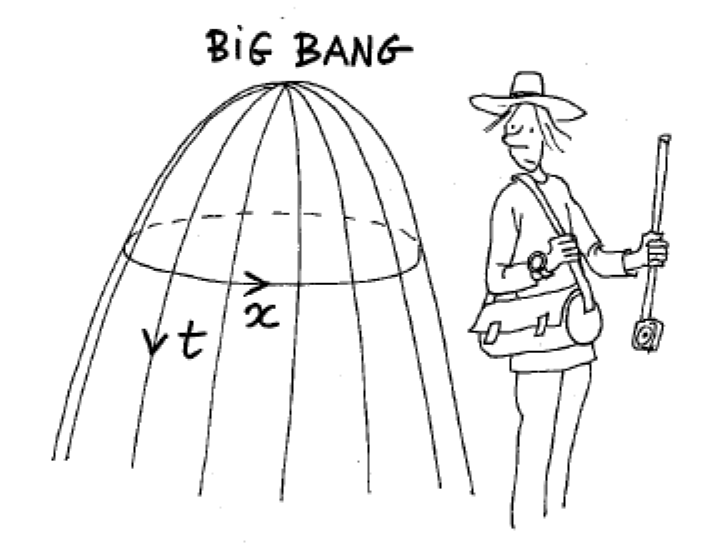
Was ist mit ROTATIONEN in diesem 4D Raum?



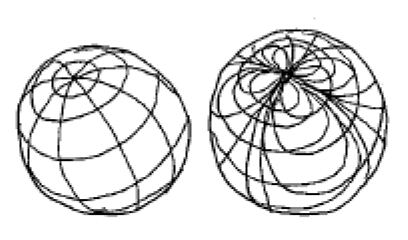
Der PHYSIKER Werkzeugkasten funktioniert immer noch gut in unseren kleinen Ecken der Raum-Zeit (wenn wir Aspekte von Astrophysikern aussen vor lassen, die im Buch THE TWIN UNIVERSE besprochen werden). Die Versuchung war groß anzunehmen, dass die Werkzeuge des Kastens universell sein könnten und dass im Besonderen die Konstanten in den Gleichungen ABSOLUTE KONSTANTEN sind.



(*) Diese „Lorentz Eigenschaft der Invarianz bei Rotationen“ summiert all die sehr beunruhigenden Aspekte der SPEZIELLEN RELATIVITÄTSTHEORIE.

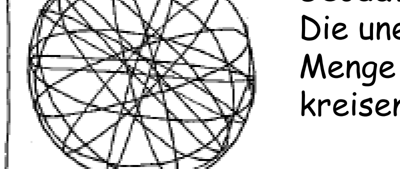


In der Hyperebene, die die Lösungen zu EINSTEINS Gleichungen darstellen, gibt es einzelne Kurven, die gleich bleiben, egal, welches Koordinatensystem verwendet wird, es sind GEODÄTEN. Dieselben unendlich vielen Geodäten, die auf eine Kugel gezeichnet werden können, sind unabhängig von dem Koordinatensystem, das diese auf der Oberfläche markiert.





Gruppe von Koordinaten



Geodäten: Die unendliche Menge von Großkreisen einer Kugel.

Ein Leuchter, geschaffen aus Geodäten.

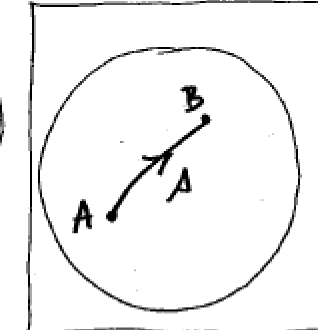
$s = t$

Universums Linien

Es wird eine Gruppe von Geodäten auf der Hyperfläche gewählt, die auf einen Punkt zulaufen. Wir identifizieren die gebogene Abszisse s, die auf der Oberfläche liegt und taufen sie UNIVERSUMS-LINIE, die als KOSMISCHE ZEIT t interpretiert werden kann.

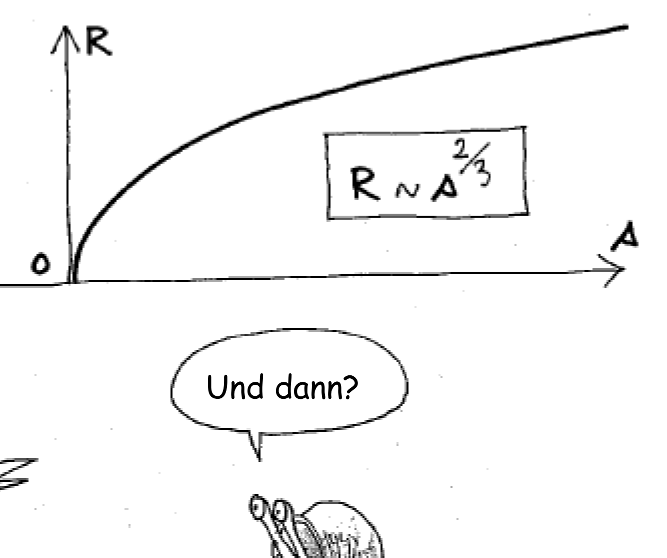


Rechtwinklig zu diesen Linien liegt eine dreidimensionale Hyperebene, bestehend aus den Punkten, die alle in derselben EPOCHE s liegen, die wir als PHYSIKALISCHEN Raum bezeichnen, wie im Bild als 2D Raum.



Die Größe s hat einen INTRINSISCHEN CHARAKTER. Für jede Bahn AB, die auf die Kugel gezeichnet wird, kann die Entfernung mit s gemessen werden.

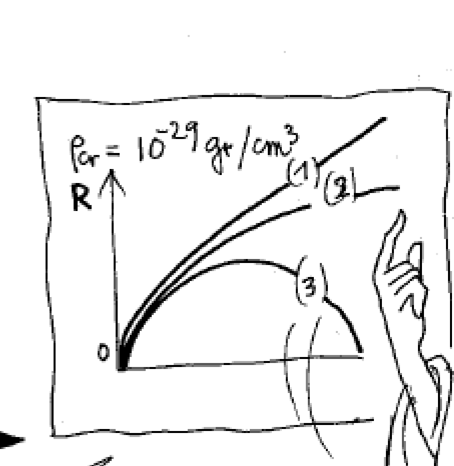
Das kosmologische Modell, auch STANDARD MODELL genannt, ist eine Lösung.



Und alles mit einer Reihe von Gleichungen, gebildet mit Werten $G, c, m, e, \alpha, \mu_0$, die als ABSOLUTE KONSTANTEN betrachtet werden. Die Identifikation von s mit der Zeit funktioniert auch gut. Diese Idee führte zum BIG BANG Modell, zur Urknalltheorie.

(*) Die Wahl nennt man auch GAUß´SCHE KOORDINATEN

Das **Standard Modell** hatte seine glorreichen Zeiten, seine Beführworter und seine Hohepriester. Es wurde sogar ausgerechnet, dass die entfernte Zukunft des Universums von der aktuellen Dichte abhängt, ob sie größer, gleich oder kleiner ist als 10^{-29} gr/cm³ (*)
Die Entdeckung, dass das Universum sich immer schneller ausdehnt, war das Ende des Modells (siehe auch: THE TWIN UNIVERSE)



Und so fing man an, in die Vergangenheit zu sehen?

Die QUANTENMECHANIK erklärt sich außerstande, Phänomene zu beschreiben, die stattfanden in einer Zeit kleiner als:

der Planck Zeit: $t_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} = 10^{-43}$ sec

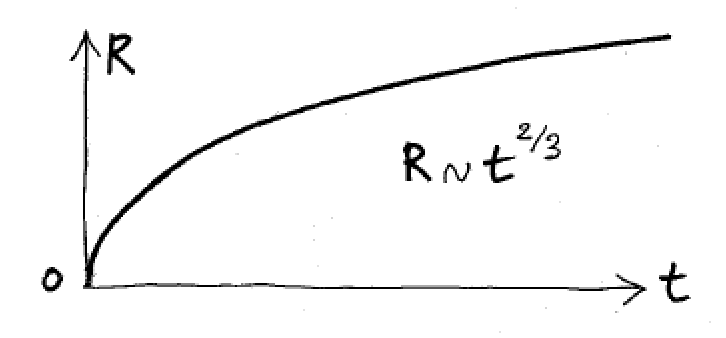
Oder in Entfernungen kleiner als:

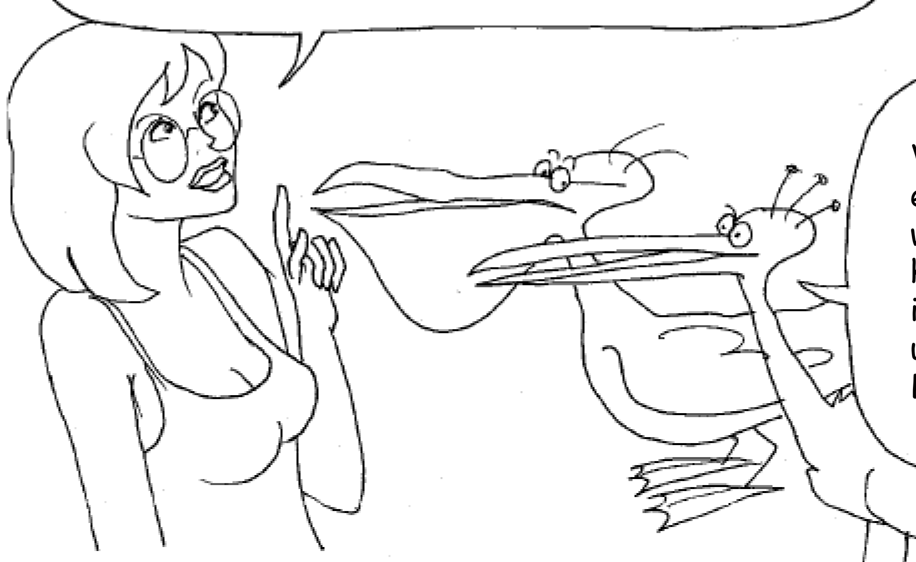
die Planck Länge: $L_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} = 10^{-33}$ cm

(*) Sieh auch die letzten Seiten im Geometrikon.

PLANCKSCHE MAUER

Weil niemand bezweifelt, dass das, was heute richtig ist, auch in der weiten Vergangenheit seine Gültigkeit hatte, gab es viele Spekulationen über den Zustand des Universums während t kleiner als die Planck-Länge ist, ohne auch nur für eine Sekunde zu beachten, dass sich die Spekulationen auf die grundlegende Hypothese stützt, dass G, h und c ABSOLUTE KONSTANTEN sind, sich nicht durch die kosmische Entwicklung ändern.

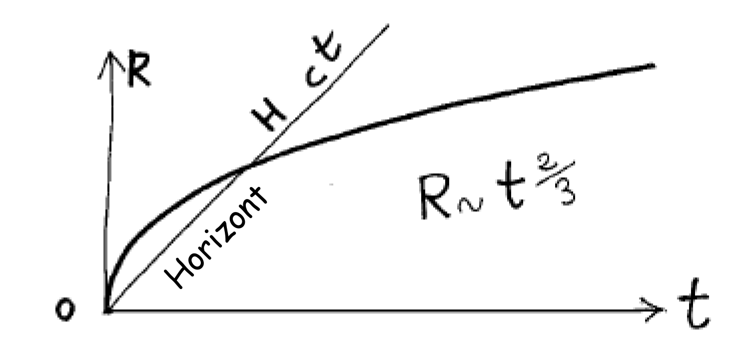




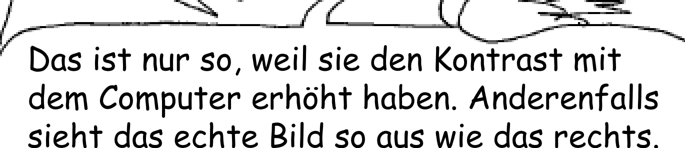
Warte! Ich kann eine Menge Arbeiten zitieren von ernstzunehmenden Leuten, die gezeigt haben, dass wenn wir eine dieser Konstanten verändern, dass heisst, wenn wir auch nur eine kleine Veränderung im Laufe der Entwicklung annehmen, wird uns das unerklärliche Gegensätze zu unseren Beobachtungen bringen.

GEHT WEITER BITTE! HIER GIBT ES NICHTS ZU SEHEN.

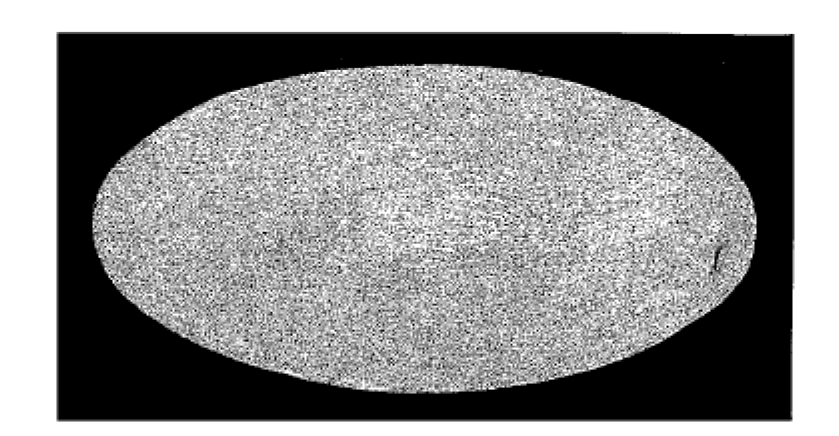
Im Jahr 1992 lieferte der Satellite COBE erste genaue Messungen über die primitive Hintergrundstrahlung CMB, (*) die uns ein Bild davon liefert, wie das Universum in der ersten Momenten ausgesehen hat. Es zeigte uns, dass die Hintergrundstrahlung sehr homogen ist.



Ich verstehe nicht ganz. In Artikeln und im Internet gibt es viele Beispiele von Inhomogenitäten, mit vielen verschiedenen Farben.



Das ist nur so, weil sie den Kontrast mit dem Computer erhöht haben. Anderenfalls sieht das echte Bild so aus wie das rechts.



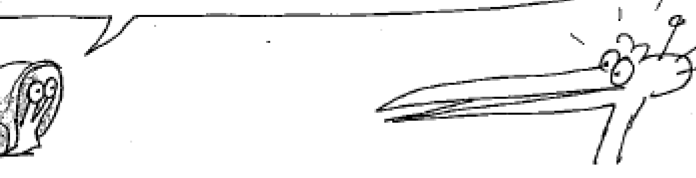
(*) Cosmic Microwave Background Radiation

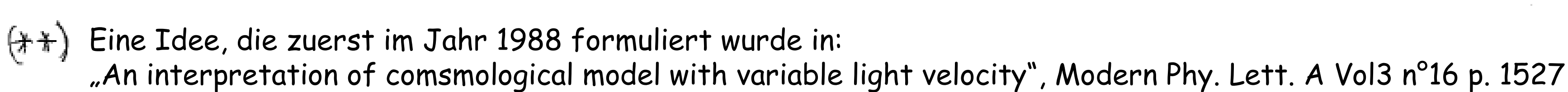
Diese ungeheure Homogenität ist ein unvermeidbares Paradox. Wenn die Lichtgeschwindigkeit konstant ist, dann wird eine elektromagnetische Welle (*), die beim absoluten Nullpunkt ausgesendet wurde, sich fortpflanzen in einer Blase mit Radius ct, den wir KOSMOLOGISCHEN HORIZONT nennen. Aber wenn man sich die Kurven auf den vorhergehenden Seiten ansieht, stellt man fest, dass der Abstand von Teilchen größer wird mit einer Geschwindigkeit größer als c. Die einzelnen Teilchen wissen somit nichts voneinander. Es ist ein autistisches Universum. Wie kann nun erklärt werden, dass sich unter diesen Umständen ein Universum, dessen Teilchen nie miteinander wechselwirkten, mit einem solchen Grad an Homogenität darstellt?

Die Direktion

(*) Die Welle breitet sich ebenfalls mit der Geschwindigkeit c aus

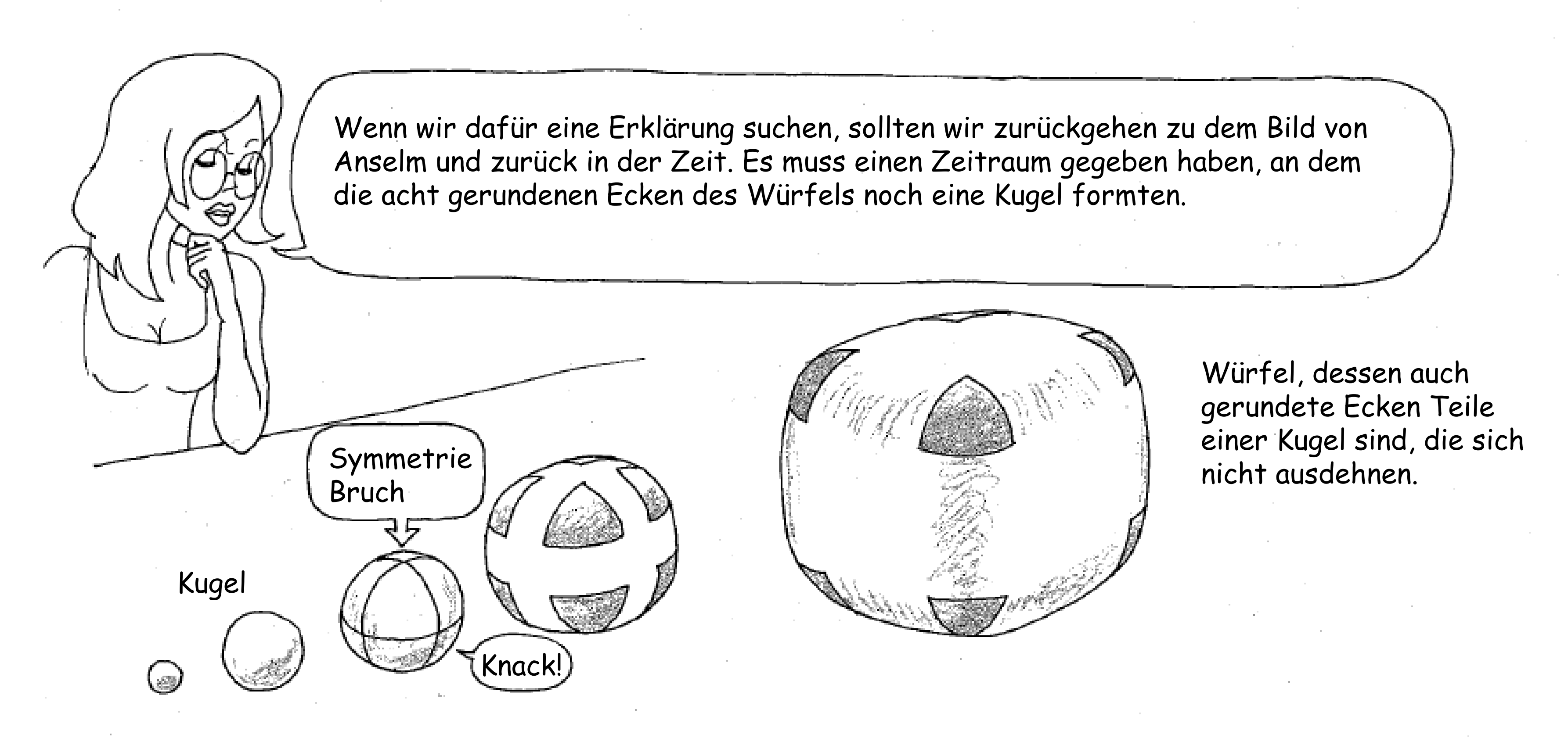
Eine Lösung könnte es geben: Die Lichtgeschwindigkeit war in der Vergangenheit größer (**)





(**) Eine Idee, die zuerst im Jahr 1988 formuliert wurde in:
„An interpretation of comsmological model with variable light velocity“, Modern Phy. Lett. A Vol3 n°16 p. 1527

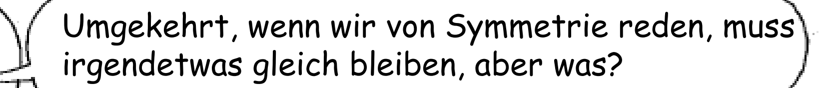
SYMMETRIE BRUCH



Ein Objekt mit der Symmetrie eines Würfels besitzt eine bestimmte Anzahl von Symmetrieebenen und Axen diskreter Rotationssymmetrie, $\pi/2$, π, $3\pi/2$. Eine Kugel hingegen hat einen sehr viel höheren Symmetriegrad (*), da jede Ebene, die durch das Zentrum des Würfels geht, eine Symmetrieebene ist und die Kugel invariant bleibt bei einer beliebigen Rotation um eine Achse durch das Zentrum.

(*) O(2) Symmetrie

Aber der Würfel mit den gerundeten Ecken war nicht nur dazu dar, den Verstand zu sammlen, sondern er zeichnet auch das Bild eines Universums mit acht Materie Anhäufungen, die sich als reguläres Polyeder darstellen. Im zweidimensionalen können wir uns eine Kugel vorstellen, die in viele kleine rigide Fragmente zerfällt, die durch dehnbare euklidische Oberflächen verbunden sind. Somit verliert es seine ursprungliche Symmetrie und das, was wir einen SYMMETRIE BRUCH bezeichnen, passiert. Aber in der Physik geht ein solches Ereignis mit großen Veränderungen daher, zum Beispiel mit der Art und Weise wie das Universum sich ausdehnt.

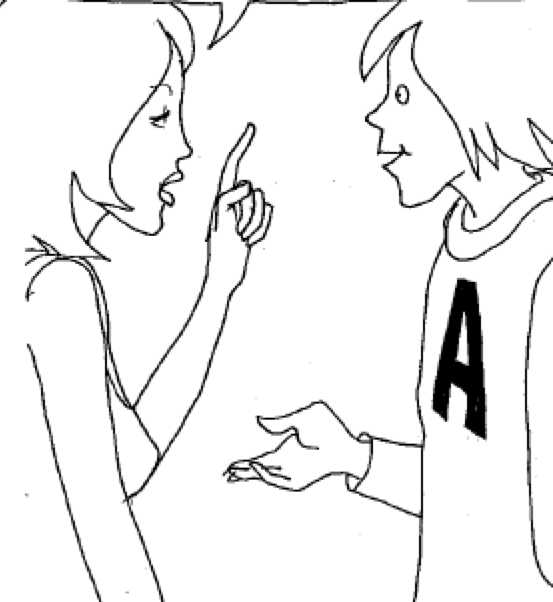


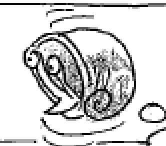
In seinem berühmten Buch „Die ersten drei Minuten" (*) zeigt der Nobelpreisträger Steven Weinberg, dass, wenn wir genügend weit in der Zeit zurückgehen, Strahlung beständig Paare von Teilchen und Antiteilchen erzeugt hat, die sich gegenseitig auslöschen und dass die Geschwindigkeit der Wärmebewegung dieser Objekte Lichtgeschwindigkeit erreichte. Daher können wir annehmen, dass „DAS UNIVERSUM VOLL IST MIT ALLEN ARTEN VON STRAHLUNG".

Ja, und ?!?!




(*) Darauf bezog sich der Autor, als er das Buch „DER URKNALL" im Jahr 1982 schrieb.





(*) Antimaterie besitzt eine Masse **m** und die positive Energie $\mathbf{mc^2}$





(*) Die Bezeichnung $\sim$ steht für „verändert sich wie“

Noch im Bereich der allgemeinen Relativität: Es gibt die bedeutende Gleichung von Einstein

$$S = -\frac{8\pi G}{c^2} T$$

wobei der Bruch die EINSTEINS KONSTANTE darstellt (*). Es gibt einen mathematischen Grund, dass diese invariant ist, das führt mich zu:

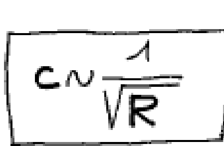
$$G \sim c^2$$

Also kombiniere ich sie und erhalte als erste Gesetz:

$$m \sim R$$

Masse m nimmt zu, wenn das Universum größer wird. Also gut, warum nicht. Lasst uns das mit der Hypothese der Beibehaltung der Energie verknüpfen:

$$m c^2 = \text{konstant}$$



$$c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Guck, hier ist ein Modell mit variabler Lichtgeschwindigkeit. Lasst uns weitermachen ...



Also, das gibt mir eine Gravitationskonstante die ebenfalls variiert:

$$G \sim \frac{1}{R}$$

So, nun füge ich noch die Tatsache hinzu, dass Teilchen komprimierbar sind:

$$\lambda_c = \frac{h}{mc} \sim R$$

Ich erhalte eine Planck Konstante, die sich verändert wie:



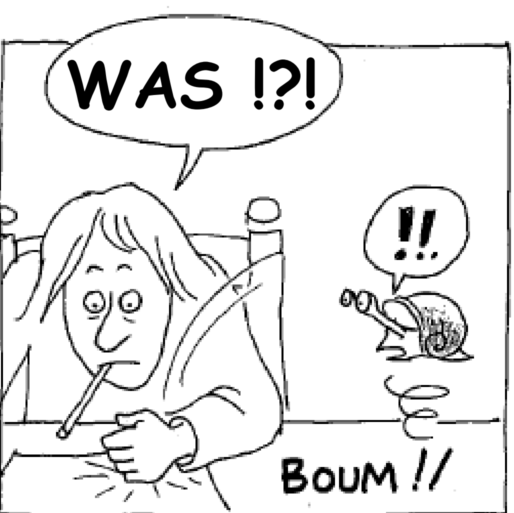
$$h \sim R^{3/2}$$

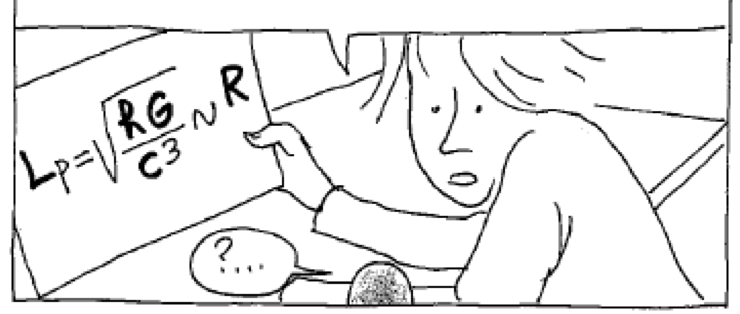


(*) Anderen Arbeiten schreiben den Term als: $\chi = -\frac{8\pi G}{c^4}$, aber dieser Unterschied kommt von einer unterschiedlichen Schreibweise der Terme des Tensors T.









Ich musste gerade an was denken...

WAAAS?

zzzz

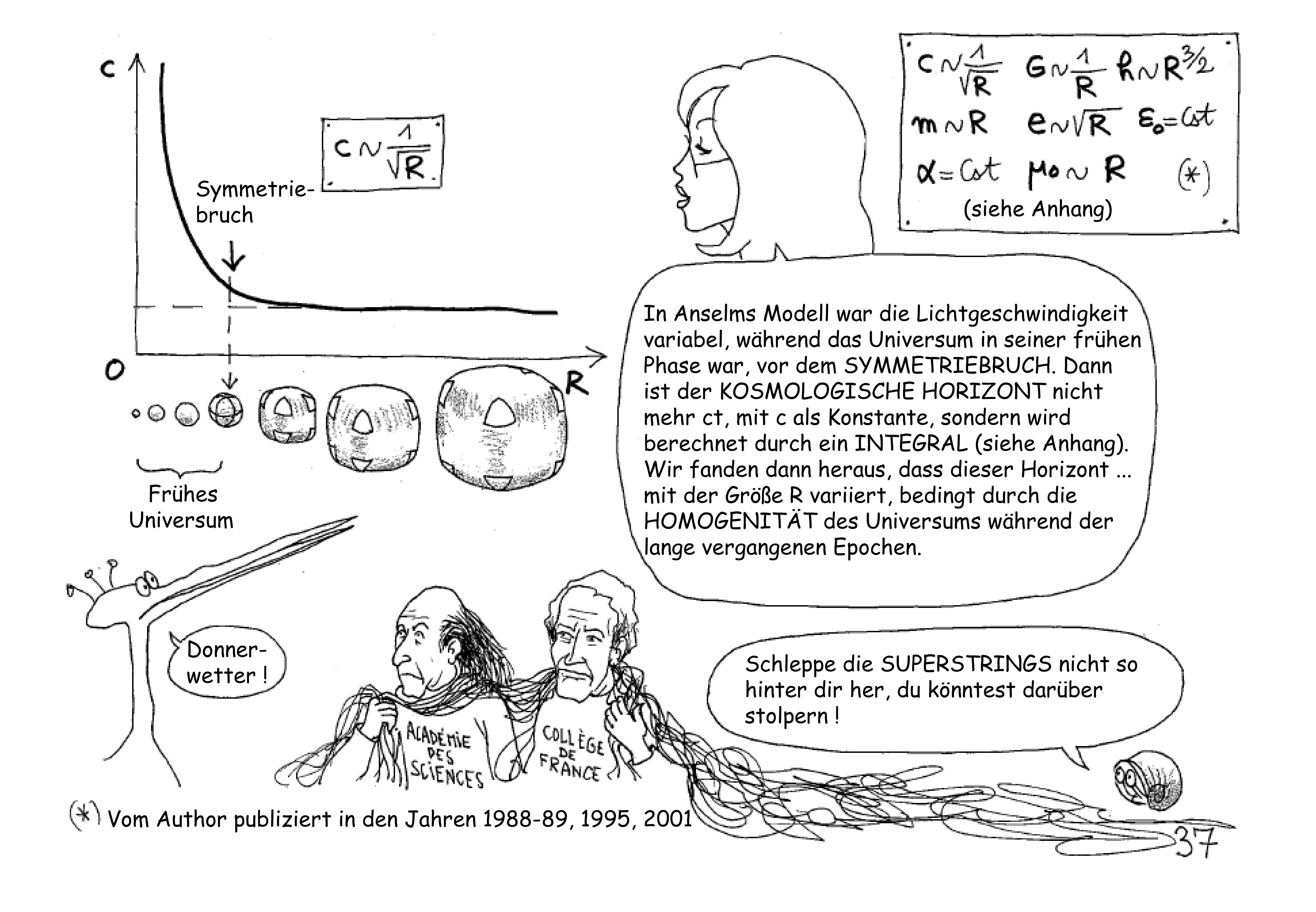
Ich denke an all die Feinde, die Du gerade erschaffst...



(*) Zur Invarianz der Gleichungen von Maxwell, Schrödinger und anderen siehe in den Anhang



Das frühe Universum



(*) Vom Author publiziert in den Jahren 1988-89, 1995, 2001



ENDE

ANHANG

Lasst uns zuerst den KOSMOLOGISCHEN HORIZONT berechnen unter der Annahme, dass die Lichtgeschwindigkeit als absolute Konstante angesehen werden kann: $H = c\,t$

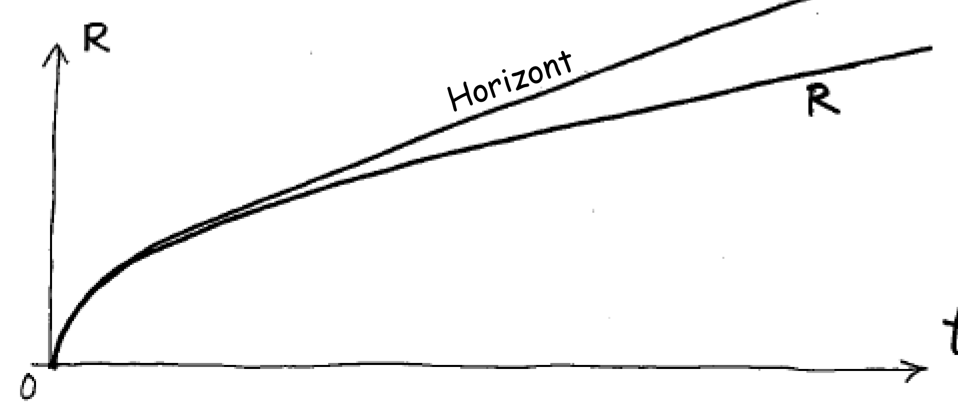
Im frühen Universum gilt: $c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

Also ist der Horizont: $H = \int_0^{t(\text{Gegenwart})} c(t)\,dt \sim \int_0^{t(\text{Gegenwart})} \frac{dt}{\sqrt{R}}$

Aber: $t \sim R^{3/2} \Rightarrow dt \sim \sqrt{R}\,dR \Rightarrow$ Horizont $\sim \int_0^{R(\text{Gegenwart})} dR = R$

$$\boxed{\text{Horizont} \sim R}$$

Das Ganze nochmal schematisch:



FUNDAMENTALE EICHTRANSFORMATIONEN

Alle diese physikalischen Gleichungen sind invariant gegenüber den Eichtransformationen innerhalb derer man nicht nur die Größe des Raum und die Variablen behandelt, sondern auch die Konstanten, die in den Gleichungen abgebildet sind. Lasst uns als Beispiel zuerst die Gleichungen von Maxwell betrachten:

$$\boxed{\nabla \times B = -\frac{1}{c^2}\frac{\partial E}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \cdot B = 0} \quad \boxed{\nabla \cdot E = \frac{\rho_e}{\varepsilon_0}}$$

Betrachte die ersten beiden Gleichungen. Bringe sie in eine dimensionslose, generalisierte Form:

$$B = \mathbf{B}\,\beta \;;\; E = \mathbf{E}\,\varepsilon \;;\; c = \mathbf{c}\,\xi \;;\; t = \mathbf{t}\,\tau \;;\; \frac{\partial}{\partial t} = \frac{1}{\mathbf{t}}\frac{\partial}{\partial \tau}$$

$$\nabla = \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x_1} = \dfrac{1}{\mathbf{R}}\dfrac{\partial}{\partial \zeta_1} \\ \dfrac{\partial}{\partial x_2} = \dfrac{1}{\mathbf{R}}\dfrac{\partial}{\partial \zeta_2} \\ \dfrac{\partial}{\partial x_3} = \dfrac{1}{\mathbf{R}}\dfrac{\partial}{\partial \zeta_3} \end{cases} \quad \text{schreibe} \quad \delta \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial \zeta_1} \\ \dfrac{\partial}{\partial \zeta_2} \\ \dfrac{\partial}{\partial \zeta_3} \end{cases}$$

$$\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{R}}\,\delta \times \beta = -\frac{\mathbf{E}}{\mathbf{c}^2\mathbf{t}}\,\frac{\partial \varepsilon}{\xi^2\,\partial \tau}$$

$$\frac{\mathbf{E}}{\mathbf{R}}\,\delta \times \varepsilon = -\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{t}}\,\frac{\partial \beta}{\partial \tau}$$

Beide kombiniert $\Rightarrow$ $\boxed{\mathbf{R} = \mathbf{c}\,\mathbf{t}}$ ergeben eine Lösung zu den vorhergehenden Berechnungen

Führe den Bohr Radius ein:

$$R_b = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} \sim R \; ; \; m_e \sim m \sim R \; ; \; e \sim \frac{\hbar}{R} \; ; \; \hbar \sim R^{3/2} \rightarrow \boxed{e \sim \sqrt{R}}$$

Die Feinstrukturkonstante α bestimmt die Geometrie der Atome.
Wenn wir diese konstant halten, ergibt das:

$$\alpha = \frac{e}{\varepsilon_0 \hbar c} = C_{st} \Rightarrow \boxed{\varepsilon_0 = \text{konstant}}$$

ε_0 und μ_0 sind verknüpft durch: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ woraus folgt: $\boxed{\mu_0 \sim R}$

Wir nehmen an, dass alle Energien erhalten bleiben. Der Druck wird als Dichte der Energie pro Raumvolumen berechnet, so dass:

$$E_{magnet.} = R^3 \frac{B^2}{2\mu_0} = C_{st} \Rightarrow \boxed{B \sim \frac{1}{R}}$$

$$E_{elektr.} = R^3 \varepsilon_0 E^2 = C_{st} \Rightarrow \boxed{E \sim \frac{1}{R^{3/2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{E}{B} = \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Aus den Gleichungen von Maxwell erhalten wir: $\frac{E}{B} \sim \frac{R}{t} \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

Wie verändert sich die thermische Geschwindigkeit V?

Die kinetische Energie ist: $\frac{1}{2} m V^2$ Bleibt diese erhalten: $V \sim \frac{1}{\sqrt{R}} \sim c$

Machen wir weiter mit der Dichte der Masse: $\rho = n\, m$

Nehmen wir an, wir erhalten die Dichte: $n\, R^3 =$ const $\rho \sim \frac{1}{R^2}$

Betrachten wir das Jeans-Kriterium (benannt nach James Jeans): $L_J = \frac{V}{\sqrt{4\pi G \rho m}}$

Daraus folgt: $L_J \sim R$

Genauso die Jeans-Zeit: $t_J = \frac{1}{\sqrt{4\pi G \rho}} \sim t$

Überall sind die Eichtransformationen konsistent mit unseren Resultaten in verschiedenen Feldern.
Wir können es für viele Dinge überprüfen, wie zum Beispiel die Querschnitte $\sim R$,
die Debye Länge $\sim R$, und so weiter.

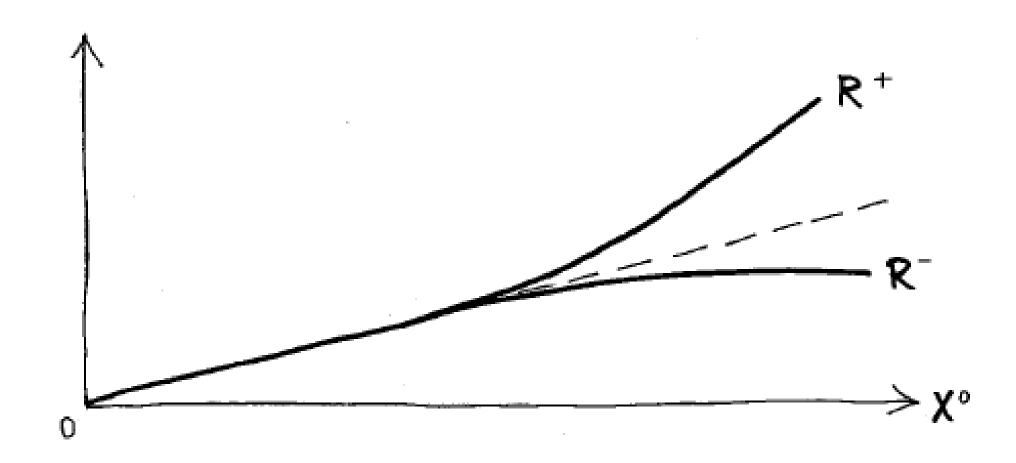
Um das Ganze zu Ende zu bringen müssen wir eine Verbindung mit dem bimetrischen Modell herstellen.

(siehe auch **THE TWIN UNIVERSE,** noch nicht übersetzt).

In diesem Modell gehen wir von zwei verschiedenen Empfindlichkeiten R^+ und R^- aus. Die Lösung der gekoppelten Feldgleichung liefert ein gekoppeltes Differenzialgleichungssystem =

$$\begin{cases} R^{+\prime\prime} = \dfrac{1}{R^{+2}}\left[\dfrac{R^{+3}}{R^{-3}} - 1\right] \\[2ex] R^{-\prime\prime} = \dfrac{1}{R^{-2}}\left[\dfrac{R^{-3}}{R^{+3}} - 1\right] \end{cases}$$

der Beginn dieser Expansion mit $R^+ = R^-$ ist linear.



Das ist der Effekt der dunklen Energie.

Lorentz Invarianz

In der ersten Zeit ist die Lösung linear, $R^+ = R^- \sim x^0$

Wie auch im Buch „THE TWIN UNIVERSE" gezeigt, beruht diese kosmologische Lösung auf Homogenität und Isotropie, sowie Flachheit (Krümmungsindex k=0), so dass die Metriken Robertson Walker Metriken sind.

$$ds^2 = dx^{o2} - R^2 \left[du^2 + u^2 d\theta^2 + \sin^2\theta \, d\varphi^2 \right]$$

Zurück zu karthesischen Koordinaten: $ds^2 = dx^{o2} - dx^2 - dy^2 - dz^2$

Diese Raum-Zeit ist lokal LORENTZ INVARIANT.

Nun verknüpfen wir dies mit der Variablen der Lichtgeschwindigkeit und schreiben:

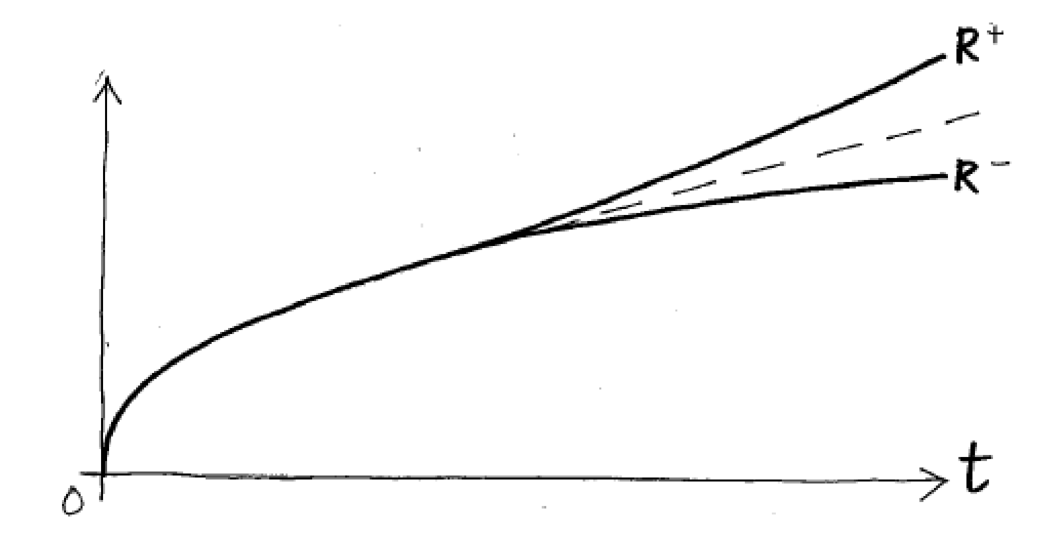
$$x^o \sim R \;\; ; \;\; dx^o \sim dR \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \sim \frac{dt}{\sqrt{R}} \sim c(t)\, dt$$

Das führt uns zu der klassischen Sichtweise $x^o = ct$ mit c konstant.

Vor dem Symmetriebruch gilt: $dx^o \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \Rightarrow x^o \sim t^{\frac{2}{3}}$

ENTWICKLUNG

Wir können die Entwicklung gegen die physikalische Zeit t auftragen, wie vorher definiert.



ZENOs PARADOX

Denken wir mal an eine große „Uhr“, die aus zwei Massen besteht, die sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt drehen:



Die Periode ist: $\tau = \frac{2\pi r^{3/2}}{Gm}$ $\quad Gm =$ konstant $\; r \sim R \quad \tau \sim t \sim R^{3/2}$

Berechne die Anzahl Umdrehungen dieser Uhr seit der Zeit $t = 0$ bis zur heutigen Zeit.:

$$N = \int_0^{R_0} \frac{dR}{R^{3/2}} = \left[\frac{1}{\sqrt{R}}\right]_0^{R_0} = \text{unendlich !}$$

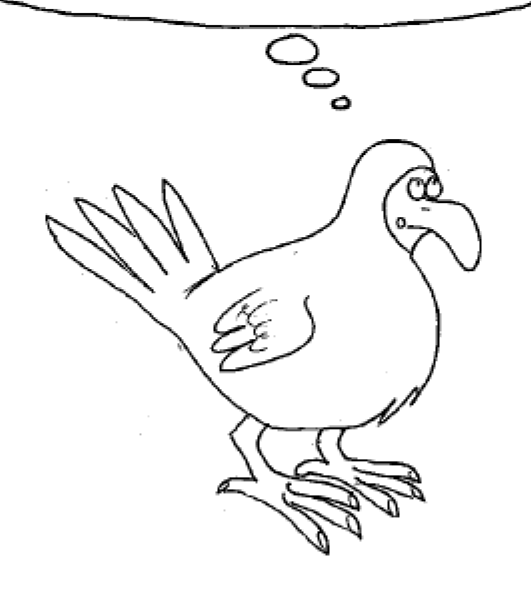
Offen gesagt, ich bewundere Leute, die sich ernsthaft mit dem Ursprung der Zeit beschäftigen – gleichzeitig würde ich sie gerne fragen, was davor war ...

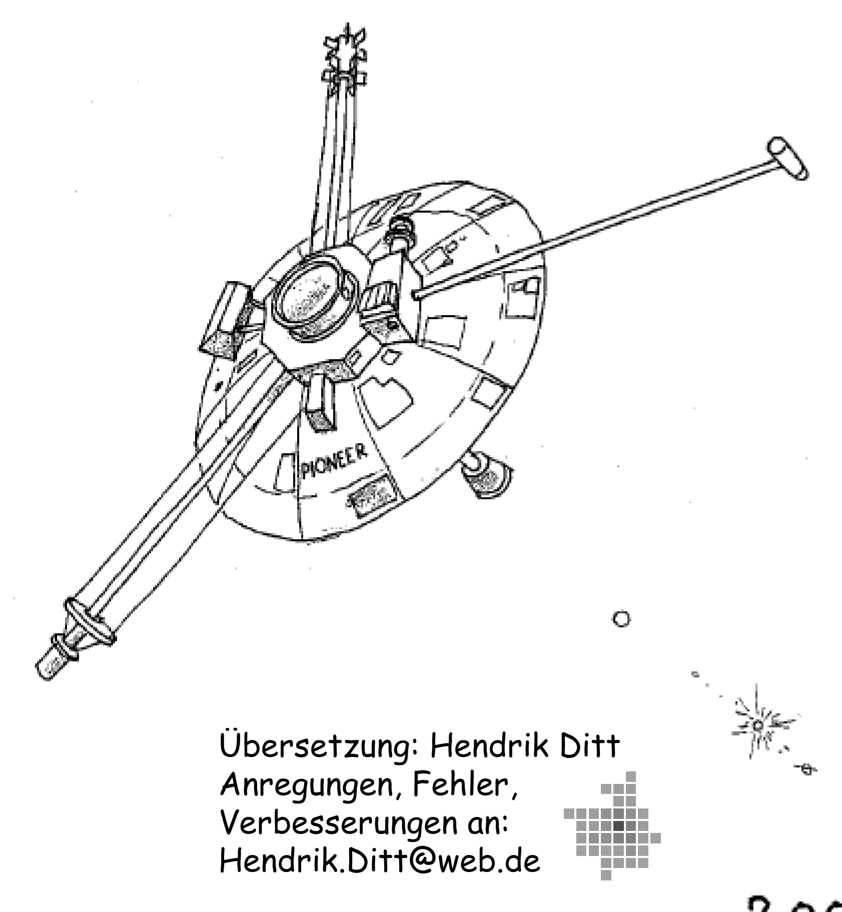


http://www.savoir-sans-frontieres.com

DAS ZWILLINGSUNIVERSUM

Jean-Pierre Petit

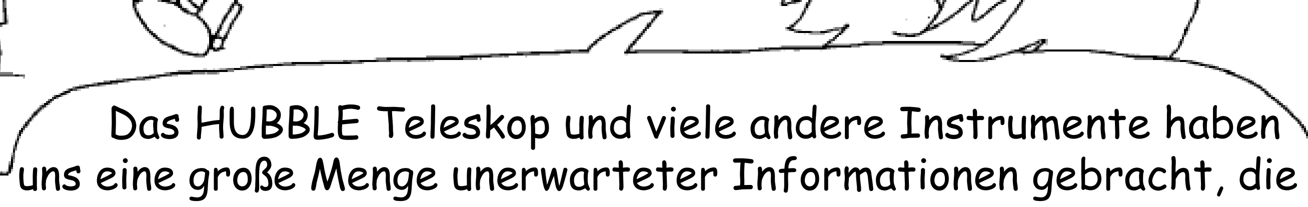




Übersetzung: Hendrik Ditt
Anregungen, Fehler,
Verbesserungen an:
Hendrik.Ditt@web.de

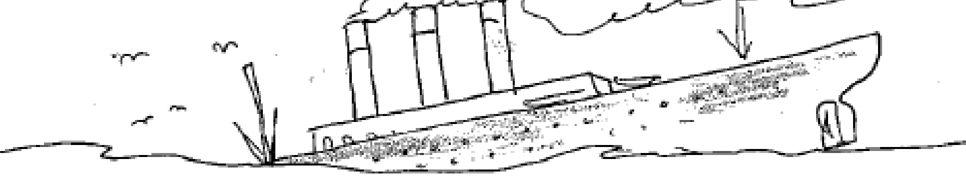
2008

Sechsundzwanzig Jahre sind vergangen, seit der Author DER URKNALL publiziert hat, und zweiundzwanzig Jahre, seitdem TAUSEND MILLIONEN SONNEN publiziert wurde. Und was kann gesagt werden über die 27 Jahren, die uns vom Buch DAS SCHWARZE LOCH trennen? Die Dinge haben sich seitdem enorm verändert. Sogar der gute alte Herbert Reeves, der dreißig Jahre lang das STANDARDMODELL gepredigt hat, wendet sich heute der Umweltbewegung zu.



Das HUBBLE Teleskop und viele andere Instrumente haben uns eine große Menge unerwarteter Informationen gebracht, die die Astrophysiker in große Verwirrung gestürzt haben. Der Canadischer Physiker Lee Smolin hat ein Buch herausgebracht, dessen Titel mit den Worten „THE TROUBLE WITH PHYSICS" (Immer Ärger mit der Physik) * beginnt. Vielleicht können wir mit derselben Ader schreiben:

IMMER ÄRGER MIT DER ASTROPHYSIK ....

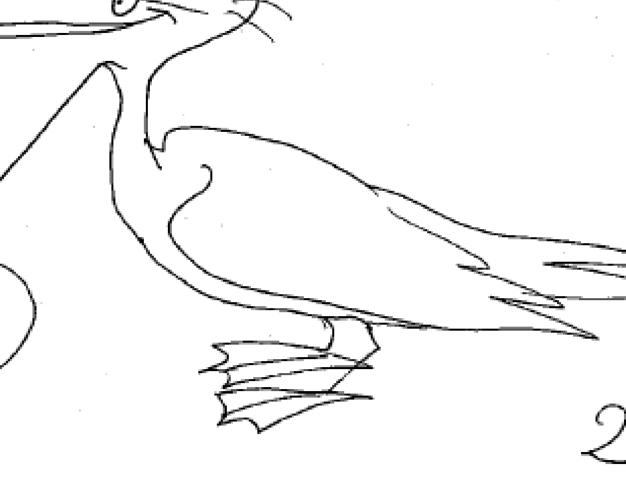


(*) Originaltitel: „The Trouble with Physics – The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next. In France, Editions Dupond in 2007.

In jedem Fall zeigt uns die wissenschaftliche Geschichte, dass unser Bild der Welt sich immer weiter entwickelt. Warum sollte unsere Epoche anders sein? Periodisch können wir immer wieder einen PARADIGMENWECHSEL beobachten. Die Idee, die wir von DINGEN und PHÄNOMENEN haben, wird grundlegend geändert. So stellten die SPEZIELLE und die ALLGEMEINE RELATIVITÄTSTHEORIE eine Revolution unserer Vorstellung der GEOMETRIE DES UNIVERSUMS dar. Dem zunehmende Widerspruch, der von Jahr zu Jahr in der Astrophysik größer wurde, begegneten Theoretiker mit immer neuen Worten und Objekten wie der DUNKLEN MATERIE oder der DUNKLEN ENERGIE, aber wir glauben, dass dieser Widerspruch nur durch die Einführung einer NEUEN SICHTWEISE DER KOSMISCHEN GEOMETRIE gelöst werden kann, die wir in diesem Buch vorstellen.



Und, wie sie sagen: Möge der Beste gewinnen!



Teresia, du bist eine wirkliche TURBOSCHNECKE



Das Tetraeder:
4 gleichseitige
Dreiecke

Feuer

Das Hexaeder:
6 quadratische
Flächen

Erde

Das Oktaeder:
8 gleichseitige
Dreiecke

Luft

Das Ikosaeder:
20 gleichseitige
Dreiecke

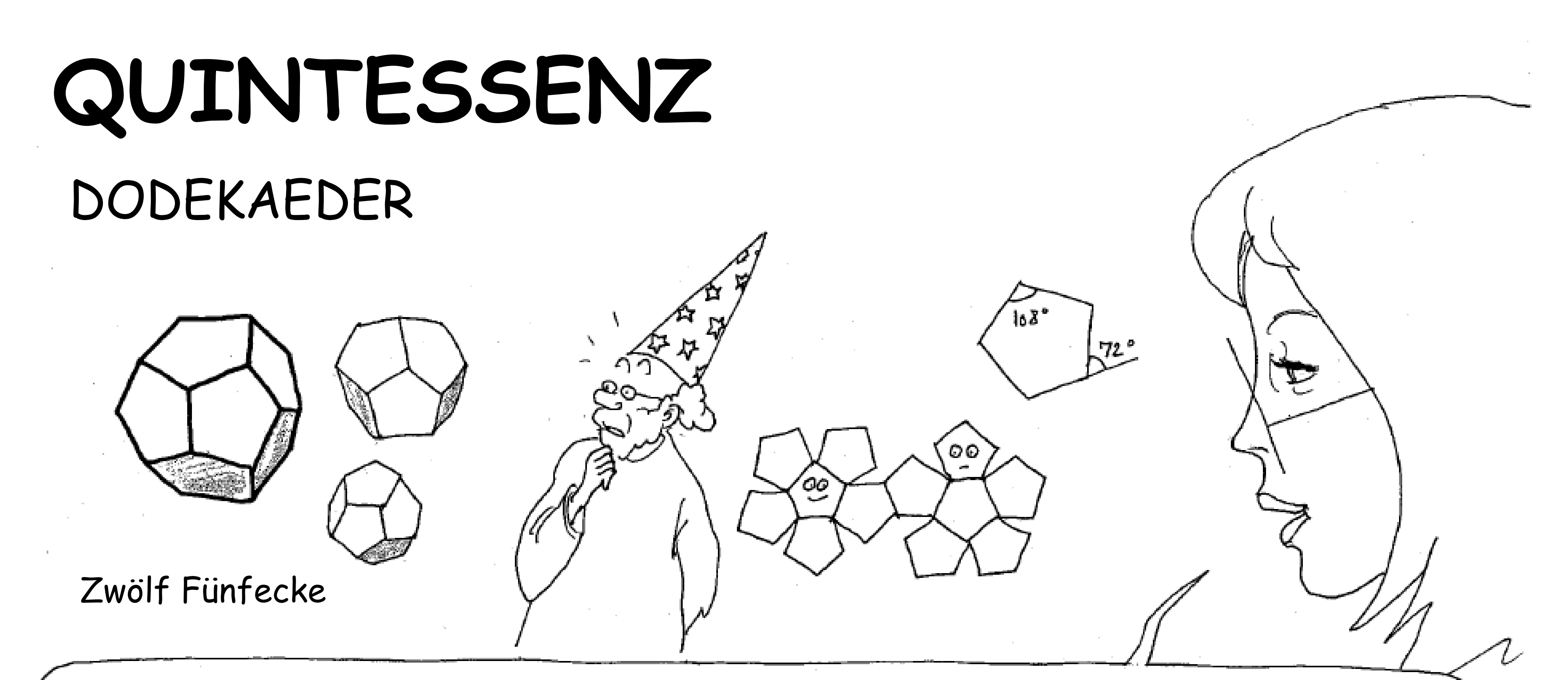
Wasser

Alchemisten und Esoteriker haben diese Polyeder mit den vier Elementen verknüpft, so dass man alles im Universum damit zusammensetzen konnte.

Aber dann kam die Katrastrophe:
Es wurde ein fünftes Polyeder gefunden!

QUINTESSENZ

DODEKAEDER

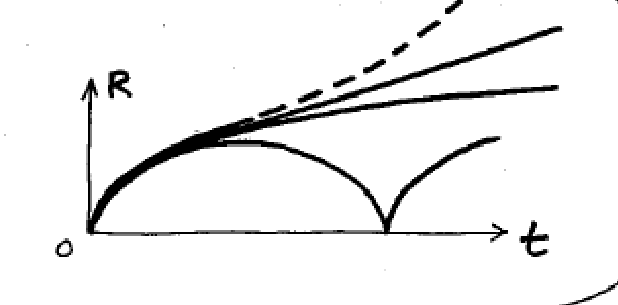


Zwölf Fünfecke

Die Serie der regulären Polyeder von Platon geht weiter mit dem DODEKAEDER (*). EDRON ist griechisch Wort für „Fläche" und DODEKA heißt „Zwölf". Also hat dieses Polyeder zwölf fünfeckige Flächen. Die „Wissenschaftler" der Antike, dann die des Mittelalters, die alles auf die vier fundamentalen Elemente reduziert haben, fragten sich, welchem neuen Wesen dieses Polyeder entspricht. Sie nannten es QUINTESSENZ, was übersetzt heißt: Die fünfte Essenz.

(*) Wir werden zeigen, dass es genau fünf gibt, aber mehr im Anhang 1.

Bis 1917 glaubten die Leute, dass die Zukunft des Kosmos eine mehr oder weniger markierte Verlangsamung der Expansion bringt. Allerdings zeigten Messungen an sehr weit entfernten Supernovae vor wenigen Jahren eine unfassbare BESCHLEUNIGUNG. Astrophysiker führten eine neue und merkwürdige Zutat ein: Die Dunkle Energie (die zuerst „Quintessenz“ genannt wurde).



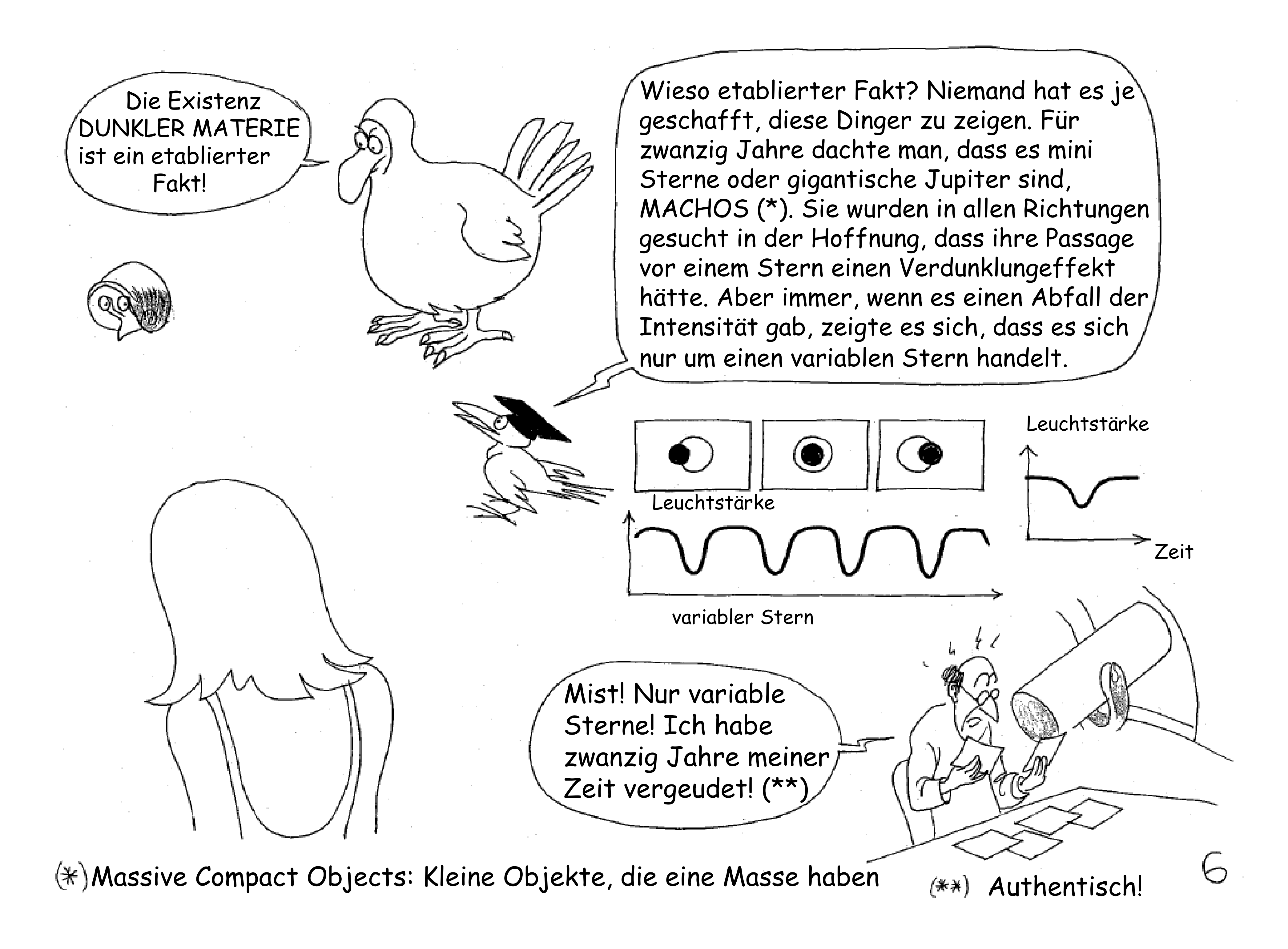
Haben wir irgendeine Idee, was die mysteriöse Dunkle Energie ist?

Nicht den Schatten einer Idee.
Alle Leute sagen, dass diese „Zutat“ eine abstoßende Charakteristik hat.

Es ist wie etwas ausserhalb von Molière! Vor langer Zeit stieg das Quecksilber in Barometern, weil die Natur Vakuum verabscheut und jeder weiß, das Schlafpillen wirken, da sie eine geschmacksanregende Eigenschaft haben. Diese dunkle Energie vervollständigt die Manegerie, zu der schon die mystische DUNKLE MATERIE gehört.



Teresia, lass gut sein!



(*) Massive Compact Objects: Kleine Objekte, die eine Masse haben

(**) Authentisch!

DER GRAVITATIONS-LINSENEFFEKT

Einstein hat 1917 eine Beziehung zwischen Masse und Krümmung vorgeschlagen. Die Flugbahnen von Photonen wurden zu GEODÄTEN auf einer Hyperebene, das erlaubte es, den GRAVITATIONSLIN-SENEFFEKT vorherzusehen und das GRAVITATIONSTRUGBILD, dessen Existenz in den neunziger Jahren bestätigt wurde.

Quasar

M

Galaxie

Beobachter





Verehrte Kollegen, die Tat ist vollbracht. Zwei Quasare mit exakt dem selben Spektrum sind in Wirklichkeit einer, ein Gravitationstrugbildes.

Diese Beobachtung, meine Herren, ist entscheidend: Sie zeigt unanfechtbar, dass DUNKLE MATERIE existiert. Um einen so seltsamen Effekt zu erhalten, müsste die Galaxie DOPPELT so schwer wie das sein, was wir sehen.

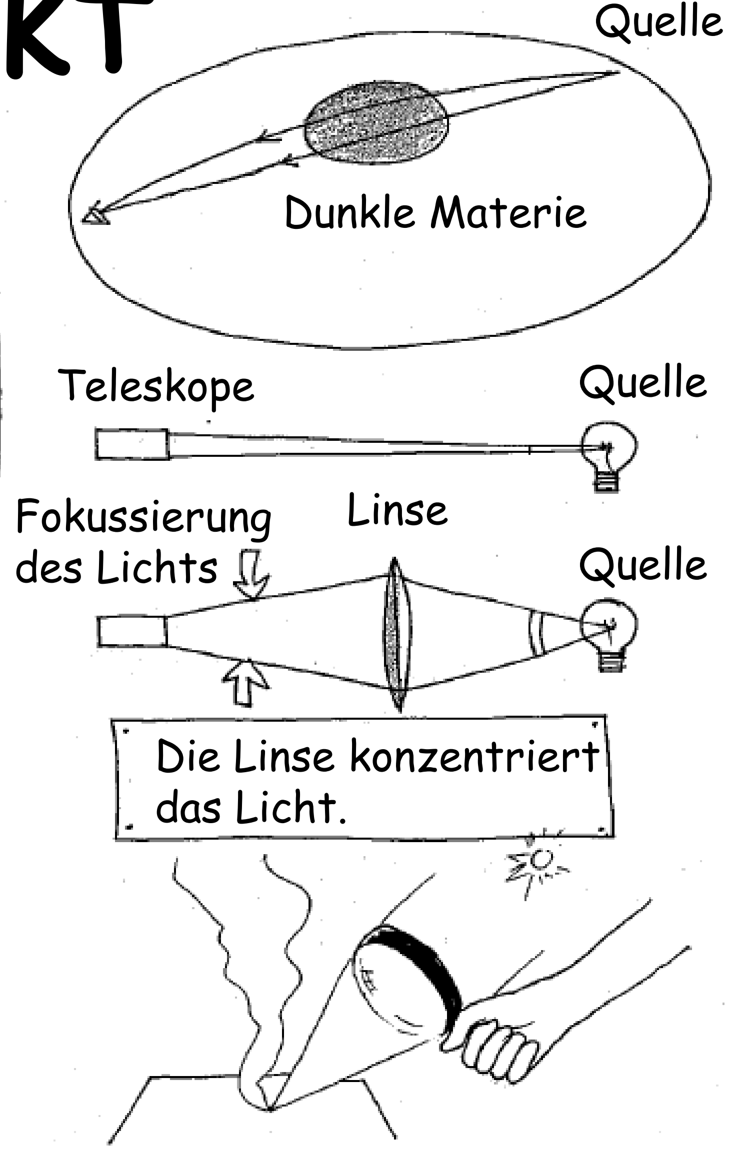
OPTISCHE Beobachtungen wurden zweitrangig, altmodisch. Und ich werde euch jetzt eine zweite Bestätigung geben, die absolut nicht mehr aufzuhalten ist.

Um diese CLUSTER herum formen sich Galaxien in der Form von BÖGEN. Sie sind deformierte Bilder von Galaxien, die weit ausserhalb und hinter dem Cluster liegen.

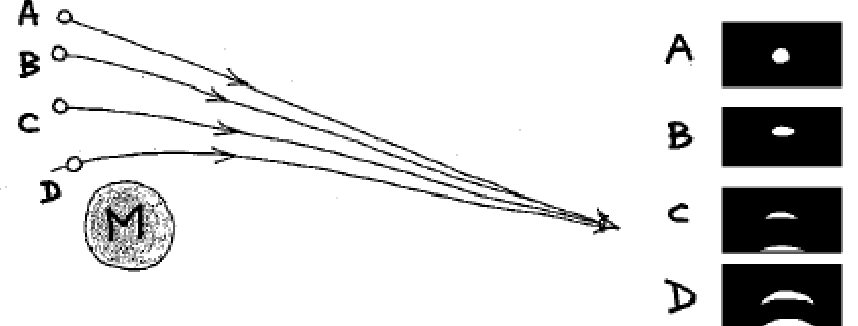
Daher meine Herren, beginnt ein neues Zeitalter der Astronomie. Wir können es nur durch den GRAVITATIONSLINSENEFFEKT sehen. Wir wären niemals fähig, es nur durch optische Mittel zu beobachten, was auch immer ihre Wellenlänge sein mag: sichtbares Licht, ultraviolet, infrarot oder Röntgenstrahlen.

MIKROLINSENEFFEKT

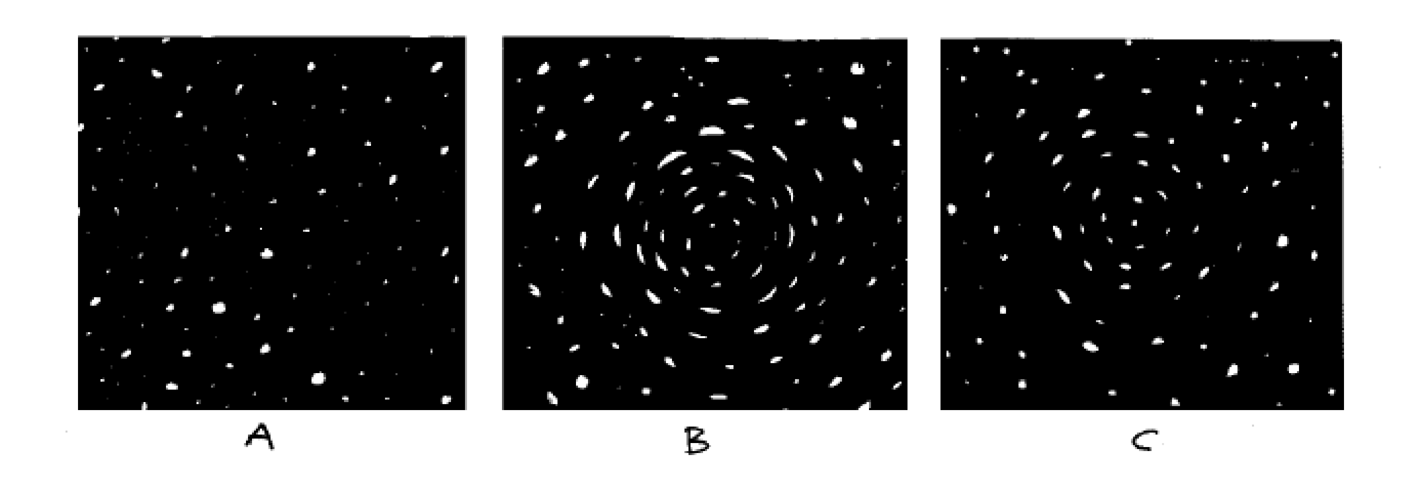
Nur Pessimisten sagen, die Astrophysik steckt in einer Krise. Unsere Werkzeuge haben sich einfach entwickelt. Wenn Licht durch Dunkle Materie hindurch kann, unterliegt es dem Gravitationslinseneffekt, der die Helligkeit der Quelle verstärkt, genau wie es eine optische Linse macht.



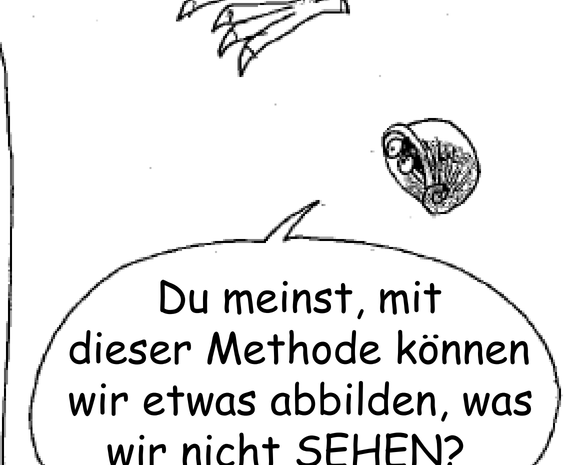
Aber noch interessanter ist, dass der Gravitationslinseneffekt das Bild von Galaxien deformiert. Dadurch können kugelförmige Galaxien wie ellipsenförmige aussehen.



(*) SICHTBARES Licht, also ein elektromagnetische Welle, wird nur wenig von Dunkler Materie beeinflusst, falls diese existiert, weil diese keine Strahlung emitiert und sich wie ein komplett transparenter Stoff verhält. Das einzige, was bleibt, ist der Gravitationslinseneffekt.



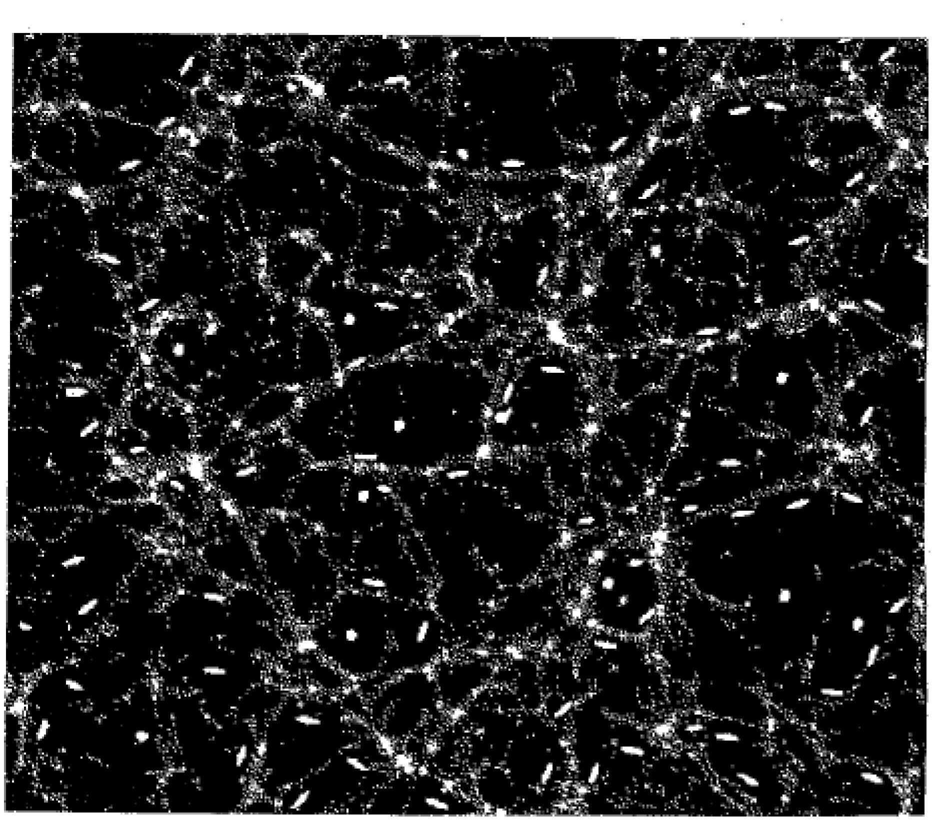
Lasst uns eine Teil des Himmels ansehen, in dem es einige Galaxien gibt. **A** zeigt einen gleichförmigen Hintergrund. In **B** verzerrt ein unsichtbares Objekt das Bild der Galaxien durch eine Gravitationslinseneffekt. Einige erscheinen langgestreckt und sehen aus wie ein BOGEN. Der Effekt ist weniger ausgeprägt in **C**, aber er bleibt sichtbar. Die Untersuchung der Verzerrung der Bilder der Hintergrundgalaxien erlaubt die Auswertung der Masse der (dunklen) Materie, die diesen Effekt hervorruft. Im Fall von Galaxieclustern ist die Masse oft um das hundertfache größer, als wenn man nur die sichtbaren Objekt des Clusters zählen würde, dabei wird die Entfernung aus der Rotverschiebung errechnet. Aber die Fähigkeiten des menschlichen Auges sind begrenzt im Vergleich zu den Analysefähigkeiten eines Bildes durch einen Computer. Aus den kleinsten (statistischen) Deformationen in Bildern von Hintergrundgalaxien kann man so dunkle Materie in drei Dimensionen kartieren.



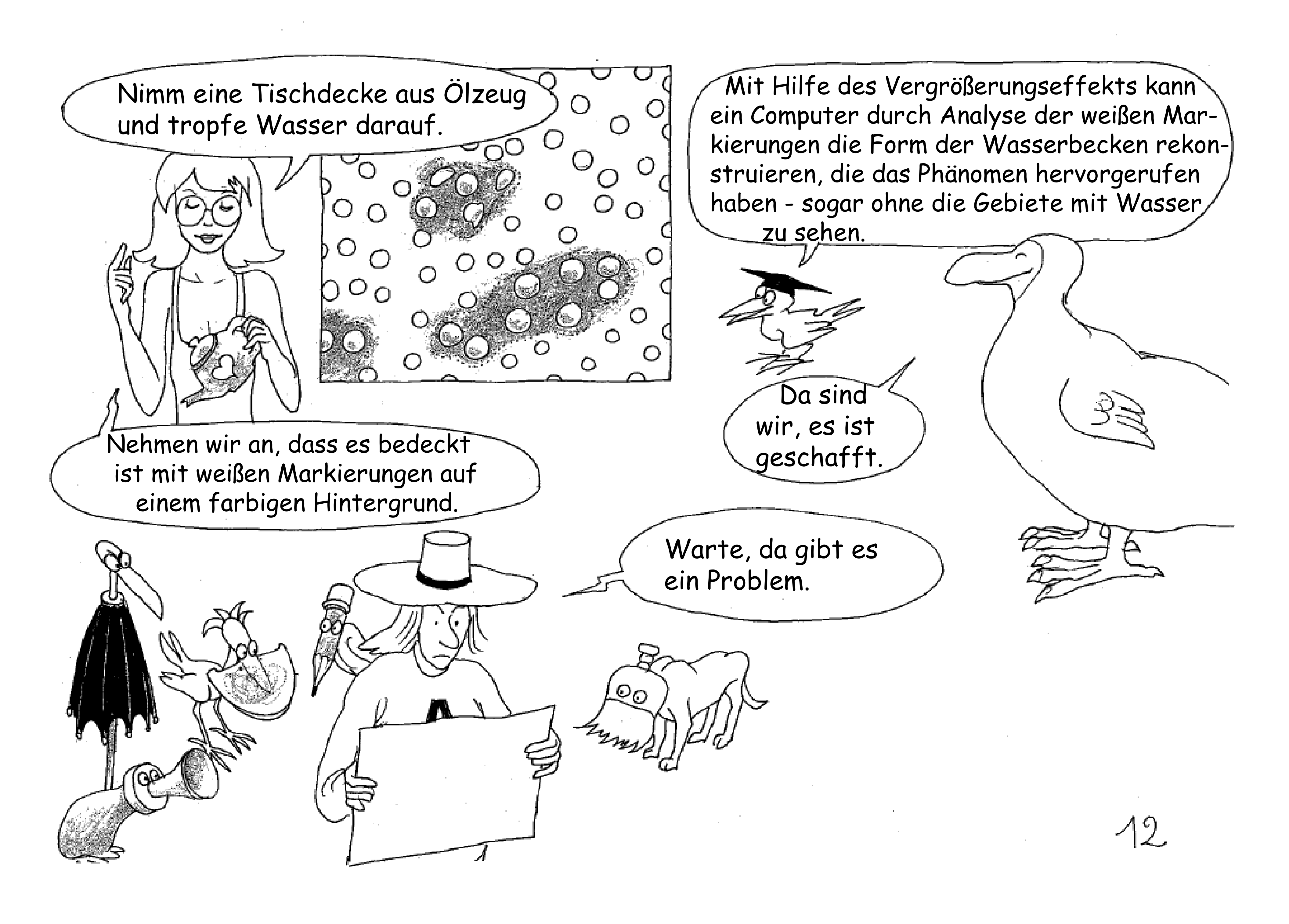
(*) Diese Techniken wurden erst Anfang des 21 Jahrhunderts eingesetzt.

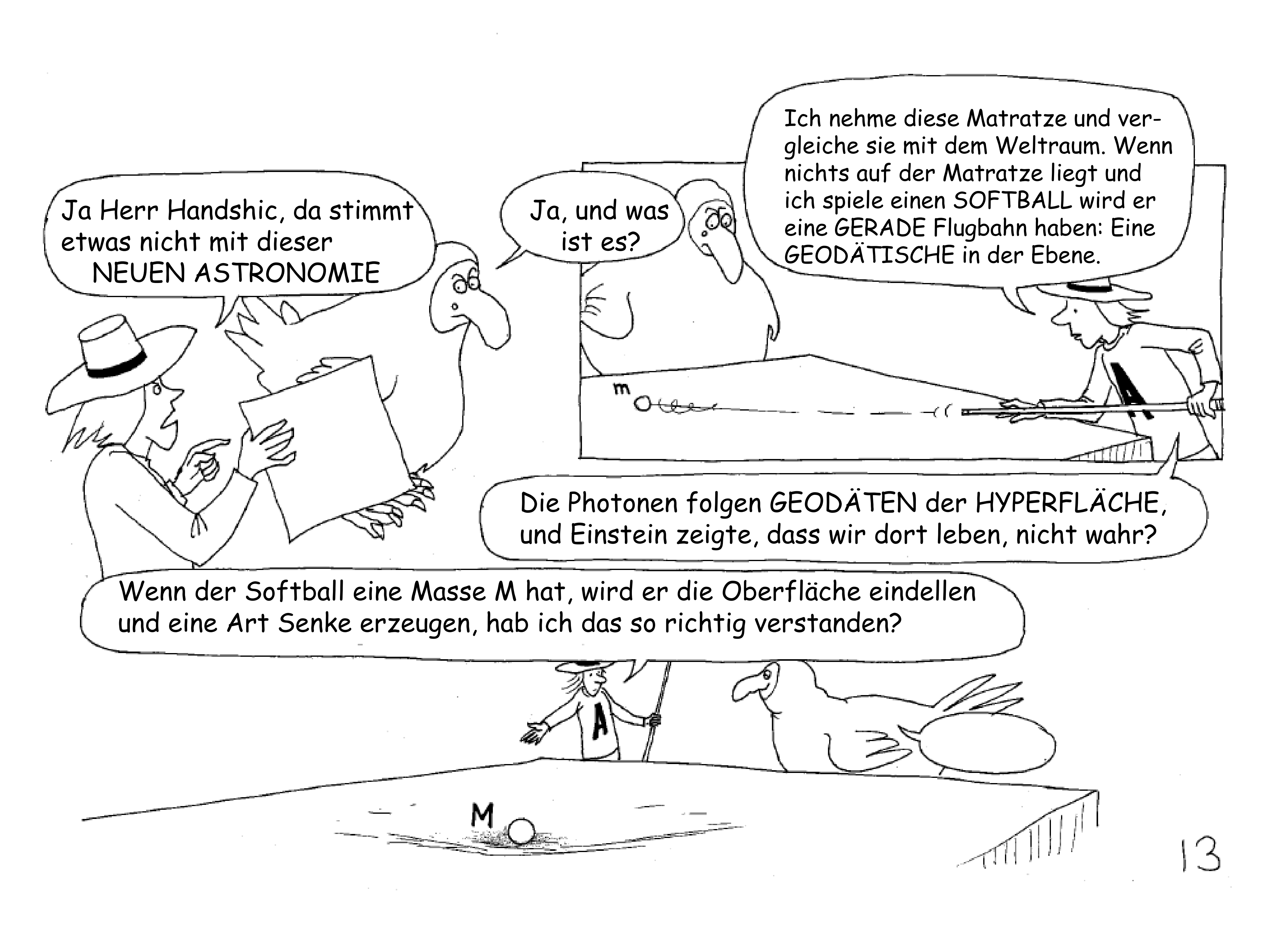
DIE NEUE ASTRONOMIE

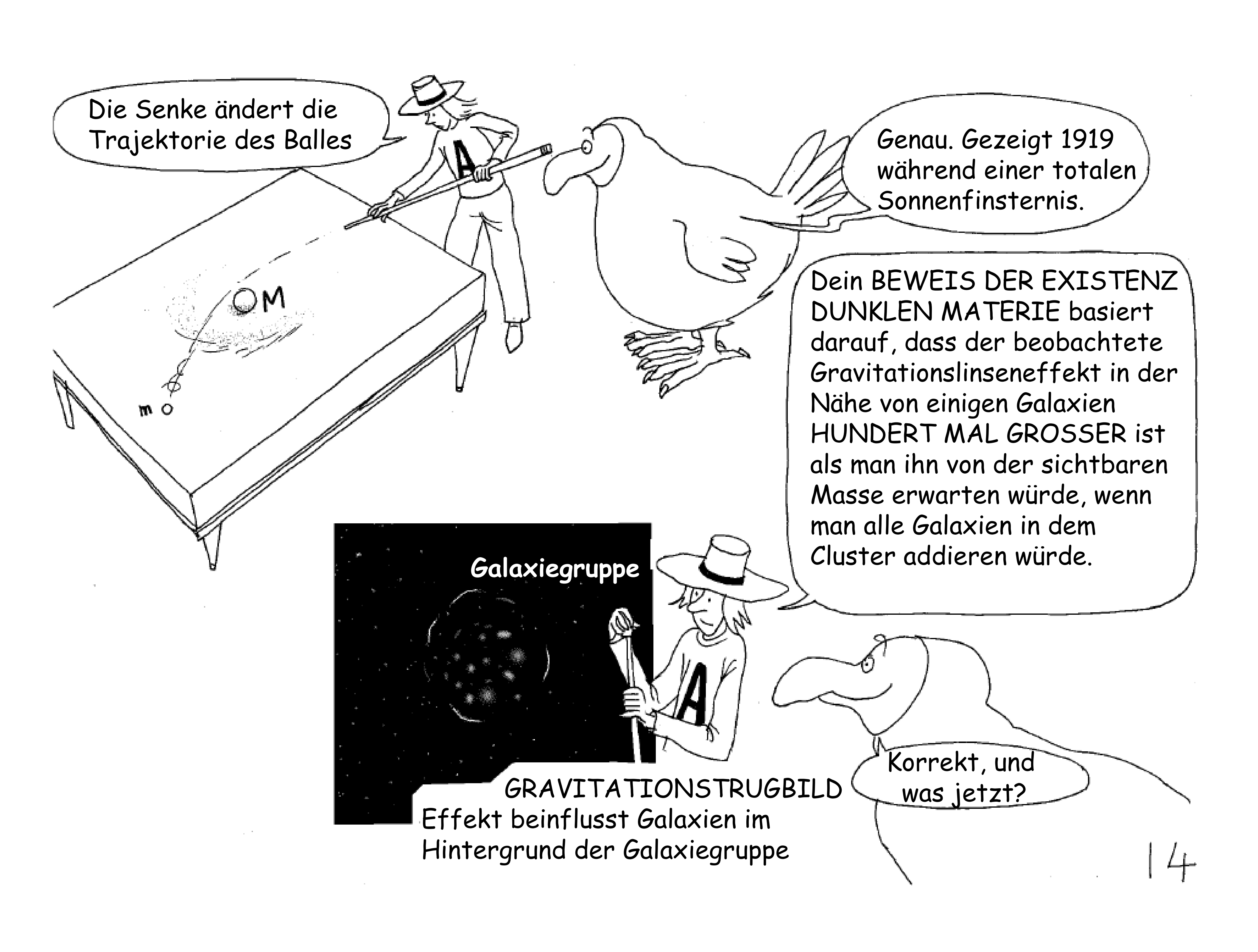




Die erste Kartierung DUNKLER MATERIE, publiziert im Jahr 2000


Nimm eine Tischdecke aus Ölzeug und tropfe Wasser darauf.
Nehmen wir an, dass es bedeckt ist mit weißen Markierungen auf einem farbigen Hintergrund.
Mit Hilfe des Vergrößerungseffekts kann ein Computer durch Analyse der weißen Markierungen die Form der Wasserbecken rekonstruieren, die das Phänomen hervorgerufen haben - sogar ohne die Gebiete mit Wasser zu sehen.
Da sind wir, es ist geschafft.
Warte, da gibt es ein Problem.


Ja Herr Handshic, da stimmt etwas nicht mit dieser NEUEN ASTRONOMIE
Ja, und was ist es?
Ich nehme diese Matratze und vergleiche sie mit dem Weltraum. Wenn nichts auf der Matratze liegt und ich spiele einen SOFTBALL wird er eine GERADE Flugbahn haben: Eine GEODÄTISCHE in der Ebene.
m
Die Photonen folgen GEODÄTEN der HYPERFLÄCHE, und Einstein zeigte, dass wir dort leben, nicht wahr?
Wenn der Softball eine Masse M hat, wird er die Oberfläche eindellen und eine Art Senke erzeugen, hab ich das so richtig verstanden?
M


Die Senke ändert die Trajektorie des Balles
M
m
Genau. Gezeigt 1919 während einer totalen Sonnenfinsternis.
Dein BEWEIS DER EXISTENZ DUNKLEN MATERIE basiert darauf, dass der beobachtete Gravitationslinseneffekt in der Nähe von einigen Galaxien HUNDERT MAL GROSSER ist als man ihn von der sichtbaren Masse erwarten würde, wenn man alle Galaxien in dem Cluster addieren würde.
Galaxiegruppe
GRAVITATIONSTRUGBILD
Effekt beinflusst Galaxien im Hintergrund der Galaxiegruppe
Korrekt, und was jetzt?

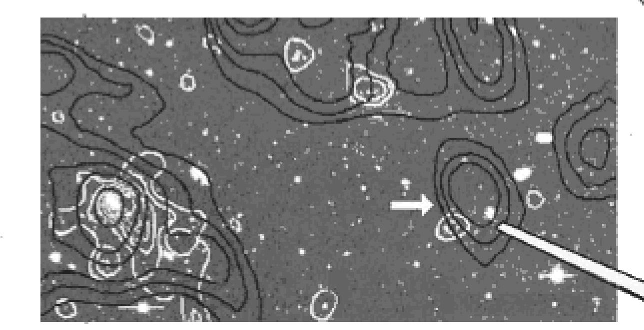


Daraus folgerst du, dass die Masse M_{dm} der DUNKLEN MATERIE in der Gruppe 100 mal größer ist als die sichtbare Masse M_v

Ja genau, wo ist das Problem?

1999 haben Meilier und Fort KONZENTRATIONEN DUNKLER MATERIE lokalisiert, dessen Masse M_{dm} so groß war wie tausend Galaxien. Aber auf optischer Ebene gab es nichts besonderes in der Region (*).

Sie haben gewöhnliche Materie in allen möglichen Frequenzen gesucht: Infrarot, ultraviolett, aber ohne Resultat.



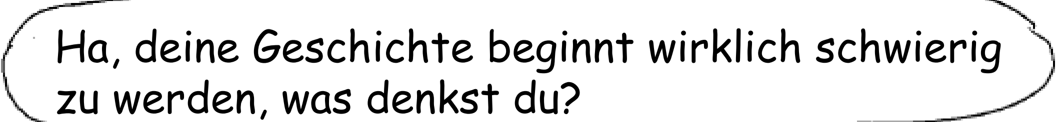
Es ist ein DUNKLES CLUSTER zusammengesetzt aus DUNKLER MATERIE

(*) Ein kleiner Bereich des Abell 1942 Clusters. Der Pfeil zeigt die Position.

Herr Handshic, Ich weiß, dass es ihre Formenlehre für sie schwer macht, Golf zu spielen, aber wir stimmen doch überein, dass die dunkle Materie, dessen Masse zu vergleichen ist mit der von tausend Galaxien, ein großes Becken darstellt, in dem wir weder Galaxien noch Gas finden, NICHTS! Es ist, als ob man Golf spielen würde auf einem Kurs mit einer großen Senke in der Mitte wo noch nie ein Golfball gelandet ist.

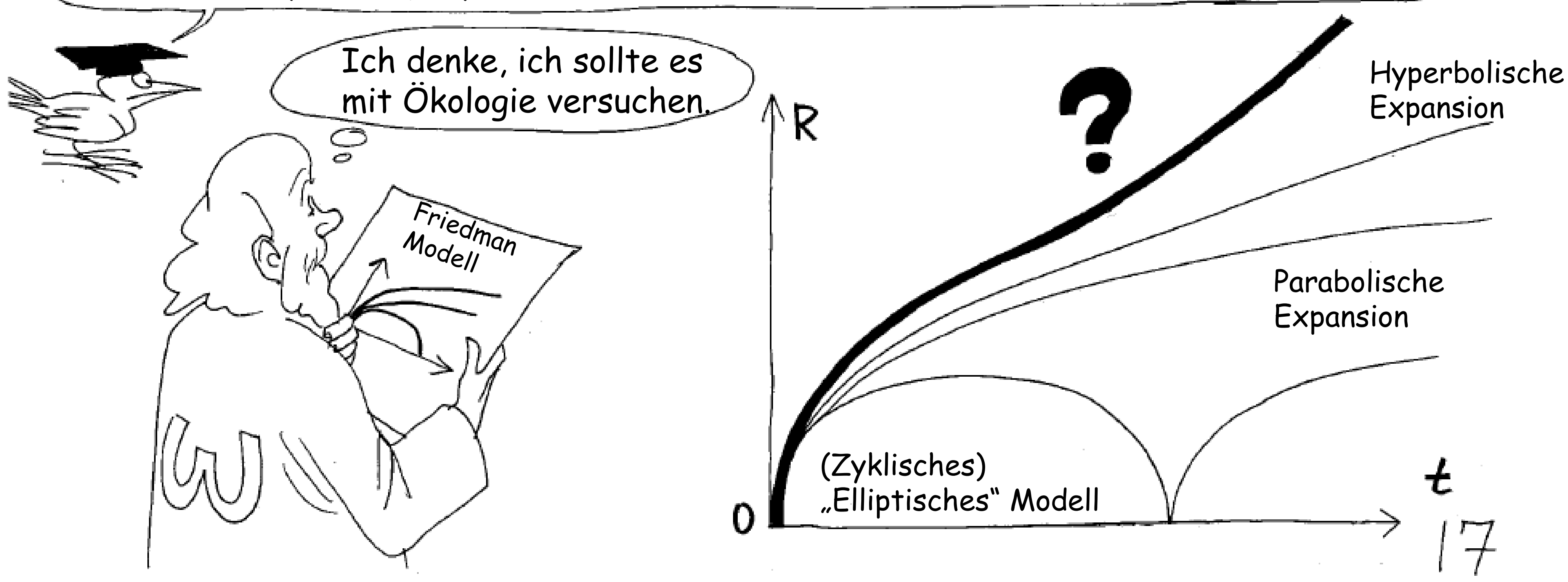


Kein Zweifel, aber diese Art dunkler Materie lenkt nur ... dunkle Materie ab und natürlich Photonen, aber keine gewöhnliche Materie.

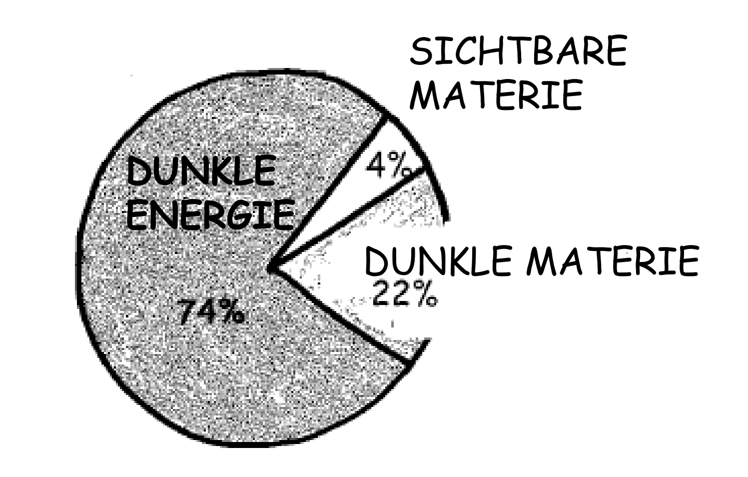


KOSMISCHE BESCHLEUNIGUNG

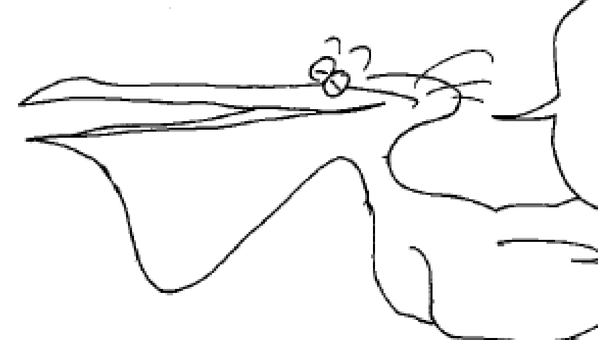
Als ob die Dinge nicht schon schlimm genug wären, zeigten Untersuchungen Anfang des 21. Jhd an extrem weit entfernten Supernovae, dass die kosmische Beschleunigung – man dachte ein dreiviertel Jahrhundert die Beschleunigung würde immer mehr abnehmen – im Laufe der Zeit immer mehr zunimmt. Was könnte die mysteriöse Kraft sein, die ein solches Phänomen auslösen kann? Wir wußten NICHTS. So wurde eine neue Zutat erfunden und dem kosmischen Mix hinzugefügt, die nun immer mehr der Entensuppe der Marx Brüder glich. Ihr wurde ein Name gegeben, DUNKLE ENERGIE, ausgestattet mit einer abstoßenden Kraft.



Um das KOSMOLOGISCHE MODELL an die neuen Beobachtungsdaten anzupassen kamen die Astrophysiker zu dem Ergebnis, dass das Universum zu
74% DUNKLER ENERGIE
22% DUNKLER MATERIE
und 4% SICHTBARER MATERIE besteht.







An dieser Stelle mag man fragen, ob Beobachtungen noch sinnvoll sind, warum man nicht die miserablen 4% vergisst, die wir sehen können.

Wartet, ihr vergesst die String Theorie. Dankenswerterweise wird eines Tages alles klar werden und eine THEORIE VON ALLEM (*) wird vorgeschlagen.

Im Moment ist es eine THEORIE VON NICHTS ....

(*) TOE : Theory of Everything

PHYSIK UND ASTROPHYSIK FALLEN IN EINE BEISPIELLOSE HISTORISCHE KRISE

Ich denke, es wäre interessant, die Rede des Präsidenten einer Universität zu zitieren, die vor 20 Jahren gehalten wurde: „Während die String-Theorie bis heute keine Interpretation eines Phänomens ergeben hat, noch kein Experiment vorausgesagt hat, noch ein Modell vorgelegt hat, stellen wir durch die zunehmende Anzahl an Artikeln fest, die jedes Jahr in verschiedenen Ländern veröffentlich werden, dass es sich um eine sehr lebhafte neue Disziplin handelt (*).



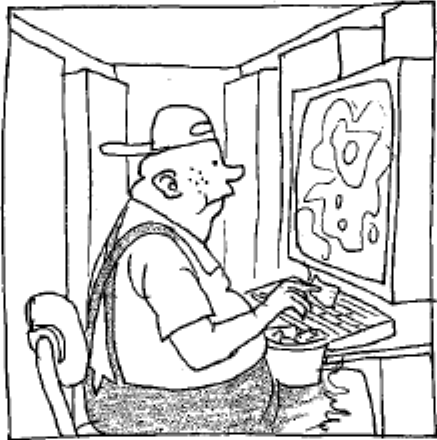
Die immer größer werdende Kluft besteht zwischen der eindrucksvollen Entwicklung von Beobachtungen und Messinstrumenten und der Leistung der Wissenschaftler, die Daten aufbereiten und Modelle bereitstellen. Es ist ein ernsthaftes Problem, so wie die Epoche einen technischen Boom erlebt, so befindet sich der fundamentale Arbeitsbereich im freien Fall.

(*) Im Jahr 2007 wurden mehr als die astronomische Zahl von hunderttausend Artikeln veröffentlicht und die Zahl der Doktorarbeiten nahm weiter zu.

Das Gesetz von PETER SMALL wird jeden Tag bestätigt. Es besagt, dass das Produkt der kreativen und erfinderischen Kraft der Wissenschaftler mit der Kraft der Computer konstant bleibt.





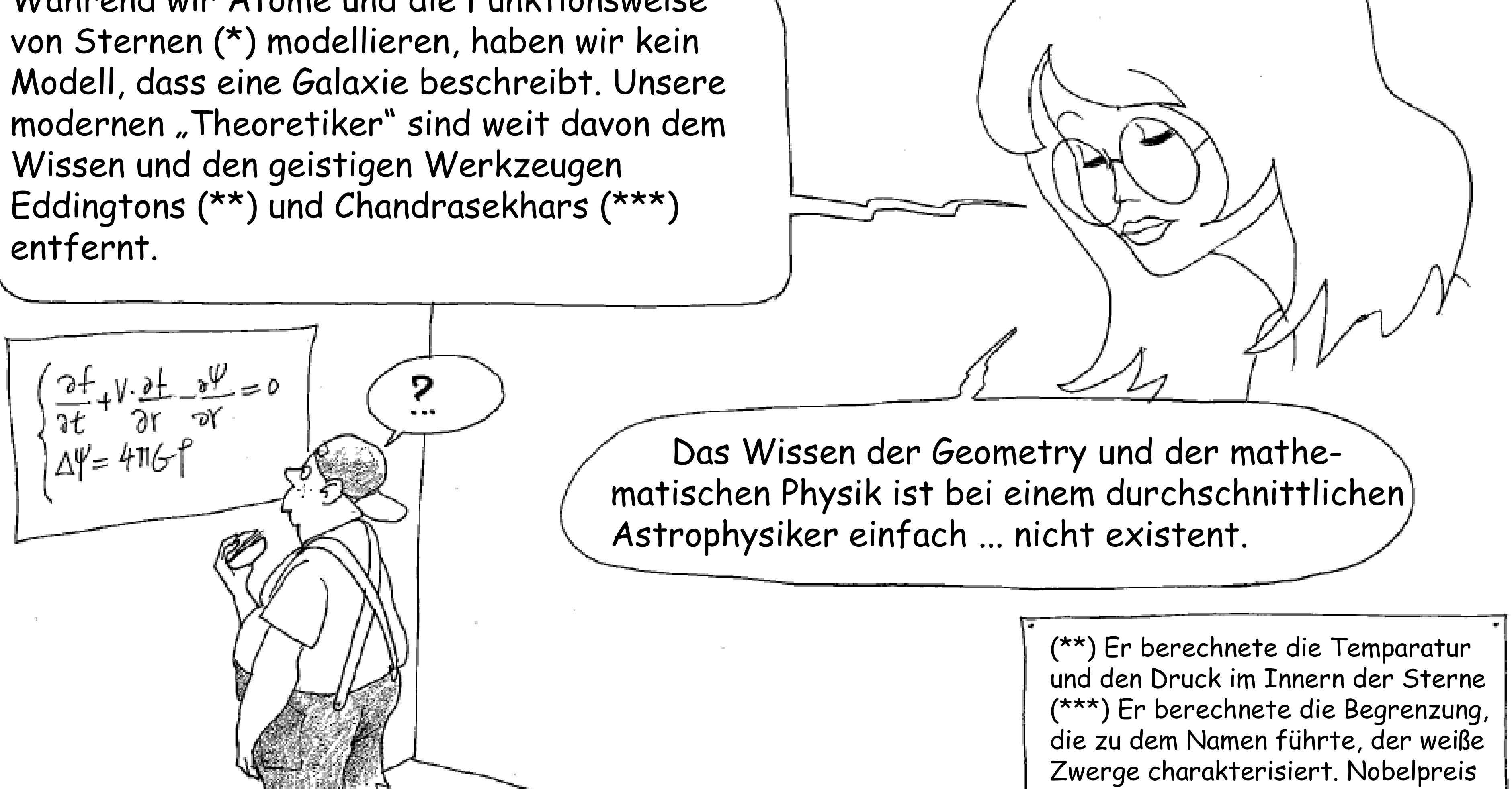


Die Schlüsselworte dieser Epoche sind DIGITALE SIMULATION, ein theoretischer Astrophysiker der sein ganzes Leben vergeblich versucht, die Mysterien der GALAXIE DYNAMIK zu durchdringen, ist ein Wissenschaftler, der Berechnungen tausendfach durchführt, deren theoretische Basis NEWTONS GESETZ bleibt, der immer wieder Parameter ändert in der Hoffnung, dass ein Wunder geschieht.



Oh je, die Spiralarme meiner Galaxie sind nach nur einer Drehung verdampft

Der beste Computer der Welt ist immer noch kein Ersatz für ein paar richtig verbundene Neuronen.



(*) 1931 erlaubte die meisterliche theoretische Berechnung des Schweiz-Amerikaners FRTIZ ZWICKY die Vorhersage des Phänomens von Supernovae und er erläuterte sein Szenario während einer bedeutenden Konferenz in CALTECH, lange bevor sie beobachtet und studiert wurden.

Jedoch wurde, dank des Internets und dank Datenbanken wie SPIRE, die Zitate und das Herunterladen von Artikeln zählen, ein sehr effizientes Karriere-System geschaffen. Das erlaubte es ORGANISIERTEN GRUPPEN, sich durch Zitieren in komplett künstlicher Art und Weise untereinander abzustimmen – als diese Gruppen auch noch die Kontrolle über wissenschaftliche Journale übernahmen, weil sie von der Anonymität des BEWERTUNGSSYSTEM (*) profitierten, wurde das System blockiert durch DOMINATE IDEEN, die neue Ideen unterdrückten, jedes Modell, das wirklich innovativ ist. Das erlaubt das Hervortreten von WISSENSCHAFTLICHEM SCHWINDEL wie der STRING THEORIE (für die es nicht mal eine explizite Theorie gibt).

PERLEN AUS: Brian Greene „DAS ELEGANTE UNIVERSUM "

(frei übersetzt aus dem Englischen)

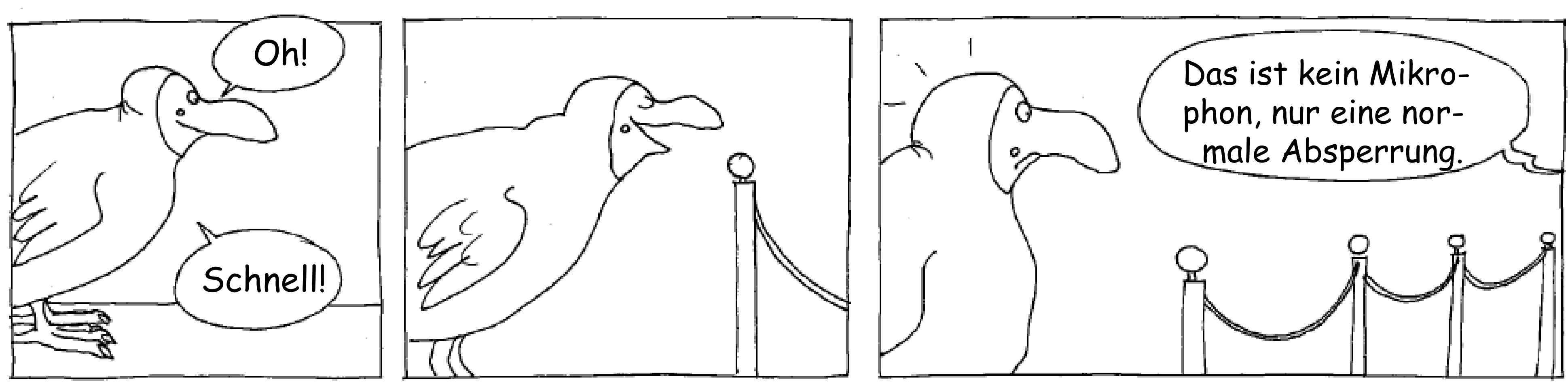
4. Paragraph auf dem Umschlag: Eine wissenschaftliche Revolution. Vom unendlich Großen zum unendlich Kleinen. Eine Vereinheitlichung aller Theorien der Physik.

S. 189: Wir werden sehen, dass wir mit der String-Theorie, obwohl es die voraussagenste Theorie ist, die Physiker je kannten, keine Vorhersagen treffen können, die genau genug sind, um mit Experimenten übereinzustimmen.

S. 252: Es ist sehr gut vorstellbar, dass mehr als eine Generation von Physikern ihr Leben der String-Theorie widmen werden, ohne den kleinsten experimentellen Beweis zu finden.

S. 300: Edward Witten (der Vater „kosmischer Strings" und der mystischen „M-Theorie") wird als würdiger Nachfolger von Einstein in der Rolle des größten lebenden Physikers gehandelt. Einige gehen sogar noch weiter und sagen, er sei der größte Physiker in der Geschichte (...)

(*) Ein Sytem bei dem von Reviewer ausgesuchte Experten eingereichte Artikel bewerten



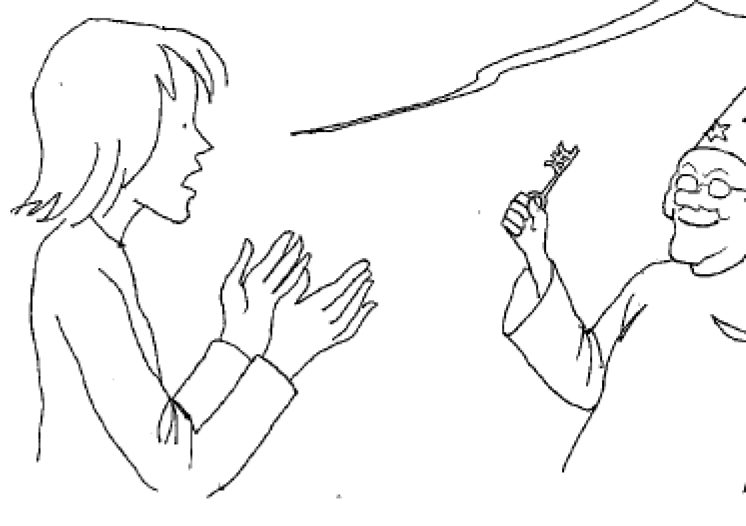
Die heutige Wissenschaft ist „hypermedialisiert". Unverdienter Ruhm wird konstruiert, mittelmäßgie Wissenschaftler profitieren von der Aura, die nur aus ihrem popularisierenden Talent geboren wird.

Lass uns zum Thema des beschleunigten Kosmos und der abstoßenden dunklen Energie zruückkehren. Wodurch könnte das hervorgerufen werden?

Ich schlage vor, eine Reise zum Gruppenleiter zu bezahlen.



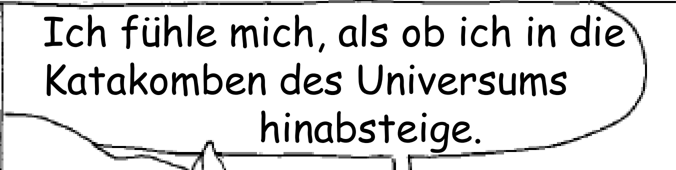


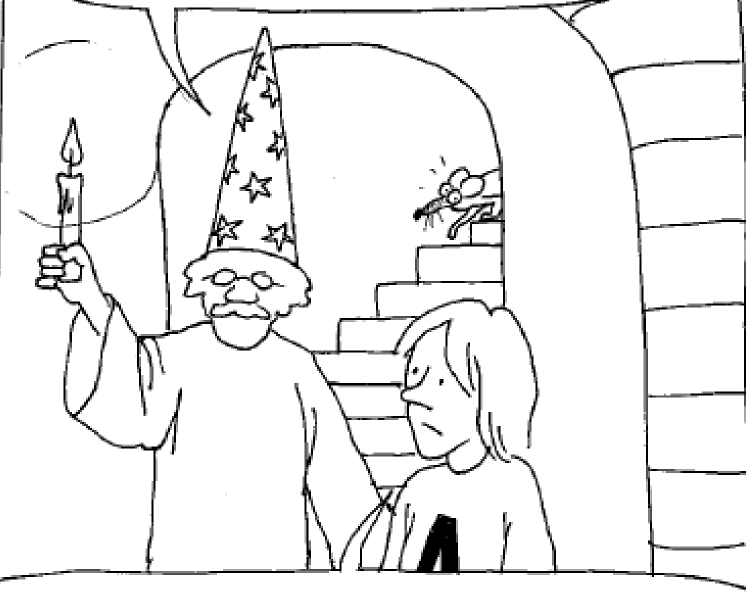


(*) Anspielung auf ein Album über Gruppen

ZEIGE MIR, WIE DU DICH BEWEGST UND ICH SAGE DIR, WER DU BIST







Ich frage mich, ob es richtig war, hierher zu kommen.

Was ziehst du vor, eine Psychiater besuchen?

UNBEKÜMMERTE GEWISSHEIT ALLEN, DIE HIER EINTRETEN

Für Leser, die ein bisschen mathematisches Geschick mitbringen: all diese Dinge werden im Anhang erläutert. Allen anderen zeigen wir es mit einigen Bildern.



(*) Alle diese Geheimnisse werden im Anhang aufgedeckt.



Das ist der Schlüssel zur Büchse der Pandora.

Wenn du eine BEWEGUNG in der Raum-Zeit, orthochronisch, orientiert in Richtung Vergangenheit-Zukunft, transformierst durch eine Poincaré Gruppe, wird die Hälfte der Elemente eine Bewegung in der selben zeitlichen Orientierung sein, aber die andere Hälfte wird transformiert in eine Bewegung in Richtung „Zukunft-Vergangenheit".

Himmel! Du meinst, es gibt Partikel, die sich in der Zeit rückwärts bewegen?

Die Gruppe zeigt es.



Die Gruppe und der Raum sind verknüpft. Sie sichern sich gegenseitig ihre Existenz

Das beantwortet nicht meine Frage. Partikel, die sich der Zeit rückwärts bewegen, können sie existieren?


Ich glaube, du bist ge-
kommen, weil du dir Fragen über
MATERIE gestellt hast. Lass uns ein
Experiment machen und die Vergan-
genheit-Zukunfts Bewegung eines
Partikels der Masse *m* beobachten.
Starte die Maschine, nur setze diesem
den Hebel auf „retrochronisch“.
Mit anderen Worten,
ich behandle retrochronische
Elemente der Poincaré
Gruppe.
BEWEGUNG
m
Spannung: Das
Resultat dieser
Operation ist auf
der nächsten
Seite.
Oh Gott,
ich mag das gar nicht!
Wenn du jetzt schon Angst hast,
solltest du zu den Superstring Leuten
gehen. Sie werden dich dann bestimmt
nicht mit unvorhergesehenen
Entdeckungen verunsichern.

NEGATIVE MASSEN UND ENERGIEN



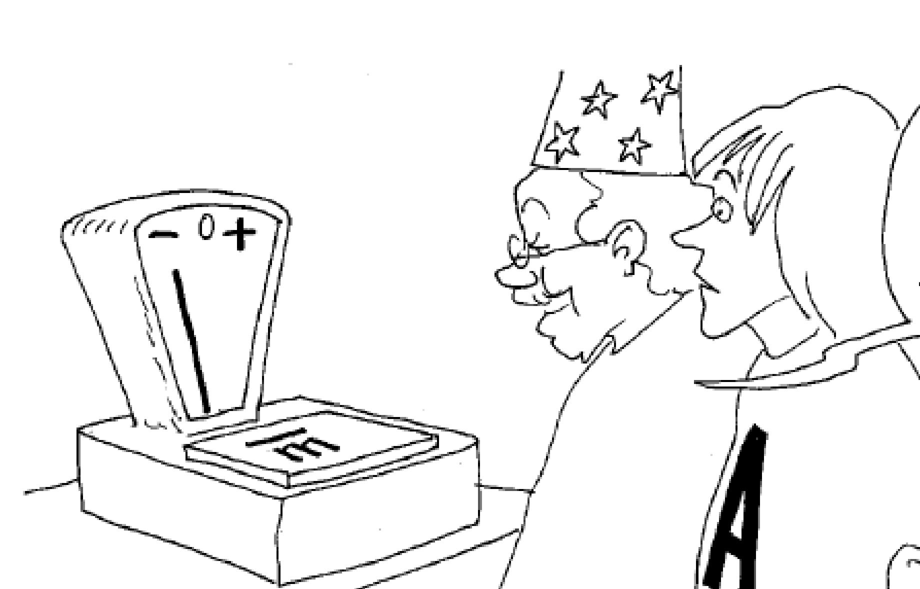
Ich erhalte eine RELATIVISTISCHE MATERIE-PUNKT Bewegung, die jetzt in Richtung ZUKUNFT- VERGANGENHGEIT erfolgt. Mein Partikel GEHT IN DER ZEIT ZURÜCK, aber seine Masse ist jetzt $\overline{m}$.

$\overline{m}$

Wir werden sehen, was das ergibt.

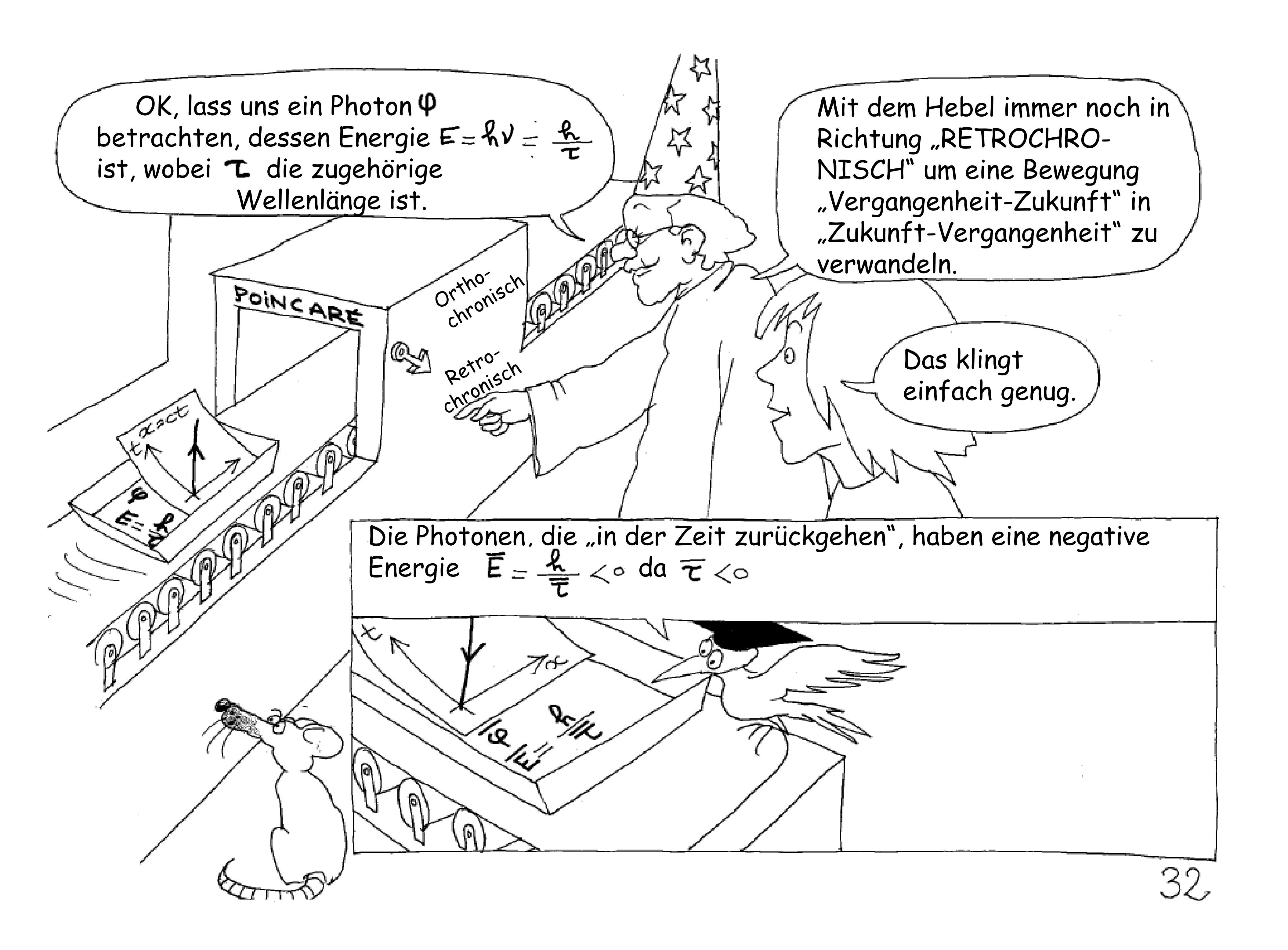
$\overline{m}$

Was sind das für komische Skalen?





(*) Und keine Photonen wie in der so genannten MATERIE-ANTIMATERIE-VERNICHTUNG, bei der die Energie erhalten bleibt, das sollten wir als DEMATERIALISATION bezeichnen.

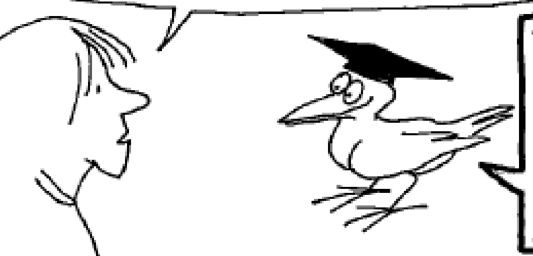

OK, lass uns ein Photon φ betrachten, dessen Energie $E = h\nu = \frac{h}{\tau}$ ist, wobei τ die zugehörige Wellenlänge ist.
Mit dem Hebel immer noch in Richtung „RETROCHRO-NISCH" um eine Bewegung „Vergangenheit-Zukunft" in „Zukunft-Vergangenheit" zu verwandeln.
POINCARÉ
Ortho-chronisch
Retro-chronisch
Das klingt einfach genug.
Die Photonen, die „in der Zeit zurückgehen", haben eine negative Energie $\overline{E} = \frac{h}{\overline{\tau}} < 0$ da $\overline{\tau} < 0$

Deine Augen und Messinstrumente können Photonen mit negativer Energie nicht aufnehmen, die von Partikeln mit negativer Masse $\overline{m}$ abgestrahlt und eingefangen werden.

Also können wir negative Masse weder sehen noch beobachten,

Genau.

Und was ist mit der Schwerkraft?

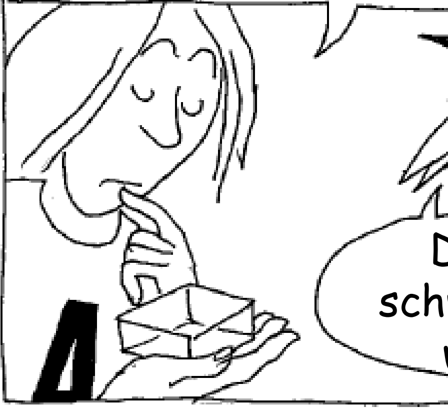


Wende an:

$$F = \frac{G m m'}{d^2}$$

m und m ziehen sich gegenseitig an nach NEWTON
$\overline{m}$ und $\overline{m}$ ziehen sich gegenseitig an nach NEWTON
m und $\overline{m}$ stoßen sich gegenseitig ab nach ANTI-NEWTON

Wenn ich es schaffe, eine negative Masse in der Schachtel zu halten so würde sie fliegen, weil sie von der Erde abgestoßen wird.



Die Anziehung würde schwächer und tatsächlich würde sie fliegen.

Aber würde sich die Masse nicht aufheben mit den Massepartikeln der Schachtel?

Denk nicht mal daran...

DURCH WÄNDE GEHEN

Materie, in gewöhnlichen Dichten, besteht aus sehr kleinen Atomen umgeben von viel Raum. Alles wird durch die ELEKTROMAGNETISCHE KRAFT zusammengehalten, derselben Kraft, die deinen Popo daran hindert durch den Sessel zu fallen, in dem du sitzt, während du dieses Buch liest, obwohl der Sessel sowie dein Popo nur aus winzigen Atomen besteht, getrennt durch viel Raum. Wenn wir die elektromagnetische Kraft plötzlich abstellten, die bestimmt wird durch das Spiel des Photonenaustausches (*) und die eine positive Energie hat, würdest du sofort durch deinen Stuhl fallen, durch den Boden und zum Inneren der Erde, da du jetzt nur von der KRAFT DER ERDANZIEHUNG beeinflusst wirst.

Da diese zwei Arten von Materie sich gegenseitig abstoßen, ist jede Struktur aus negativer Masse dem ANTIGRAVITATIONSEFFEKT der Erde unterworfen. Diese Struktur wäre auch in der Lage, jede Art von Sperre aus Materie zu durchbrechen. Es wäre unsichtbar für deine Augen und nicht erkennbar durch Mess- oder Beobachtungs-instrumente. Das Gegenteil ist aber genauso richtig: Passagiere eines Schiffs aus negativer Masse kann die Erde durchdringen, ohne sie zu sehen.

Die Direktion.

(*) Die wir in der QUANTENFELDTHEORIE als VIRTUELLE PARTIKEL bezeichnen

Wenn ich das richtig verstehe, diese mathematische Maschine erlaubt die Vorhersage neuer Objekte in der Physik.

Aber, ..., ist das nicht alles mathematische Spekulation, völlig sinnlos?

Ist es nicht verwirrend, Mathematik mit der Realität?

All die großen Annäherungen in der Wissenschaft werden begleitet durch einen tiefgreifenden Wechsel in der AUFFASSUNG der GEOMETRIE des Universums, wie wir es wahrnehmen.

Das Auftauchen der SPEZIELLEN RELATIVITÄT und der ALLGEMEINEN RELATIVITÄT war nichts anderes als ein grundlegender PARADIGMENWECHSEL in unserer Auffassung der GEOMETRIE DES UNIVERSUMS. Wie auch immer, die zentrale Frage, die sich in einem neuen geometrischen Kontext stellt, ist, wie BEWEGUNGEN in dem neuen Raum beschrieben werden.

Die spezielle Relativität hat Raum und Zeit in einem einzigen Objekt verbunden: eine Hyperebene, eine RAUM-ZEIT, wo Bewegungen nun festgeschrieben werden in GEODÄTEN – die Generelle Relativitätstheorie füge noch die Krümmung hinzu.
Die GRUPPENTHEORIE umfasst die verschiedenen Arten von BEWEGUNG, die auf eine Hyperebene eingeschrieben werden können und die MATHEMATISCHE PHYSIK beschreibt die Bewegung eines Objektes in diesem Universum, getreu nach dem Prinzip:

SAG MIR WIE DU DICH BEWEGST UND ICH SAGE DIE, WER DU BIST.

Also, in einem gegebenen geometrischen Kontext, wenn eine neue Art von Bewegung gefunden wird, deutet das die Existenz eines neuen OBJEKTES an, das aus dieser Gruppe abgeleitet ist, dank des GRUPPEN-WERKZEUGS.

Aber, um Gottes Willen, gib mir ein konkretes Beispiel, anderenfalls klingt deine Rede nach den SUPERSTRING Leuten.



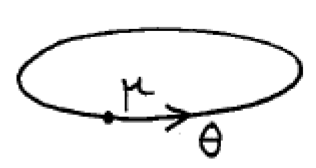


Außer, dass sie keinen geometrischen Kontext, keine Gruppe, noch Bewegung oder Objekte haben. Kurz: Sie wissen nicht, WAS sie sagen.

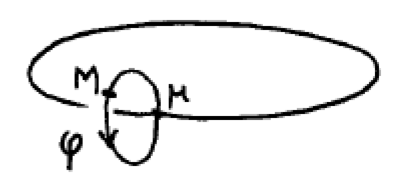
EINE FÜNFTE DIMENSION

Durch eine weitere Dimension bereichern wir den geometrischen Kontext. Nimm ein GESCHLOSSENES eindimensionales Universum representiert durch einen einfachen Kreis.



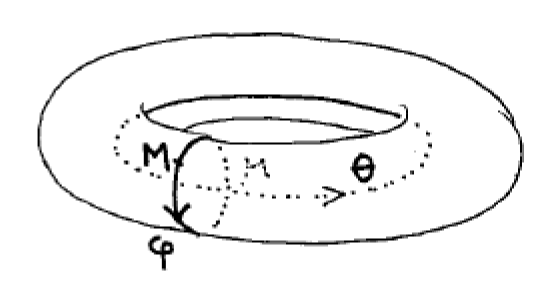


Füge eine weitere Dimesion hinzu, auch geschlossen, auf allen Punkten des Kreises. Wir bezeichnen es als Bündel.

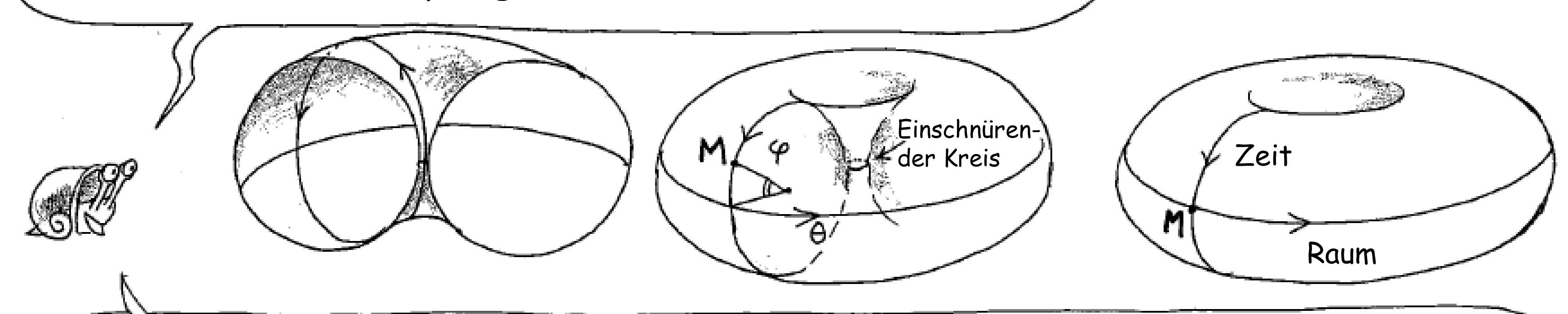


Das Objekt, mit zwei Dimensionen, wird nun ein TORUS T2

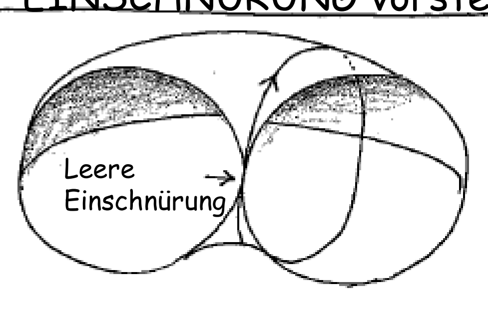


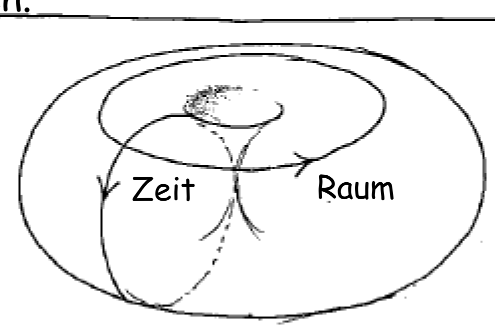


Was wissen wir über die TOPOLOGIE (*) des Raums, in dem wir leben? Wir wissen noch nicht mal, ob er unendlich oder geschlossen ist – wir können uns zum Beispiel eine 2D Raum-Zeit mit der Topologie eins TORUS T2 vorstellen.



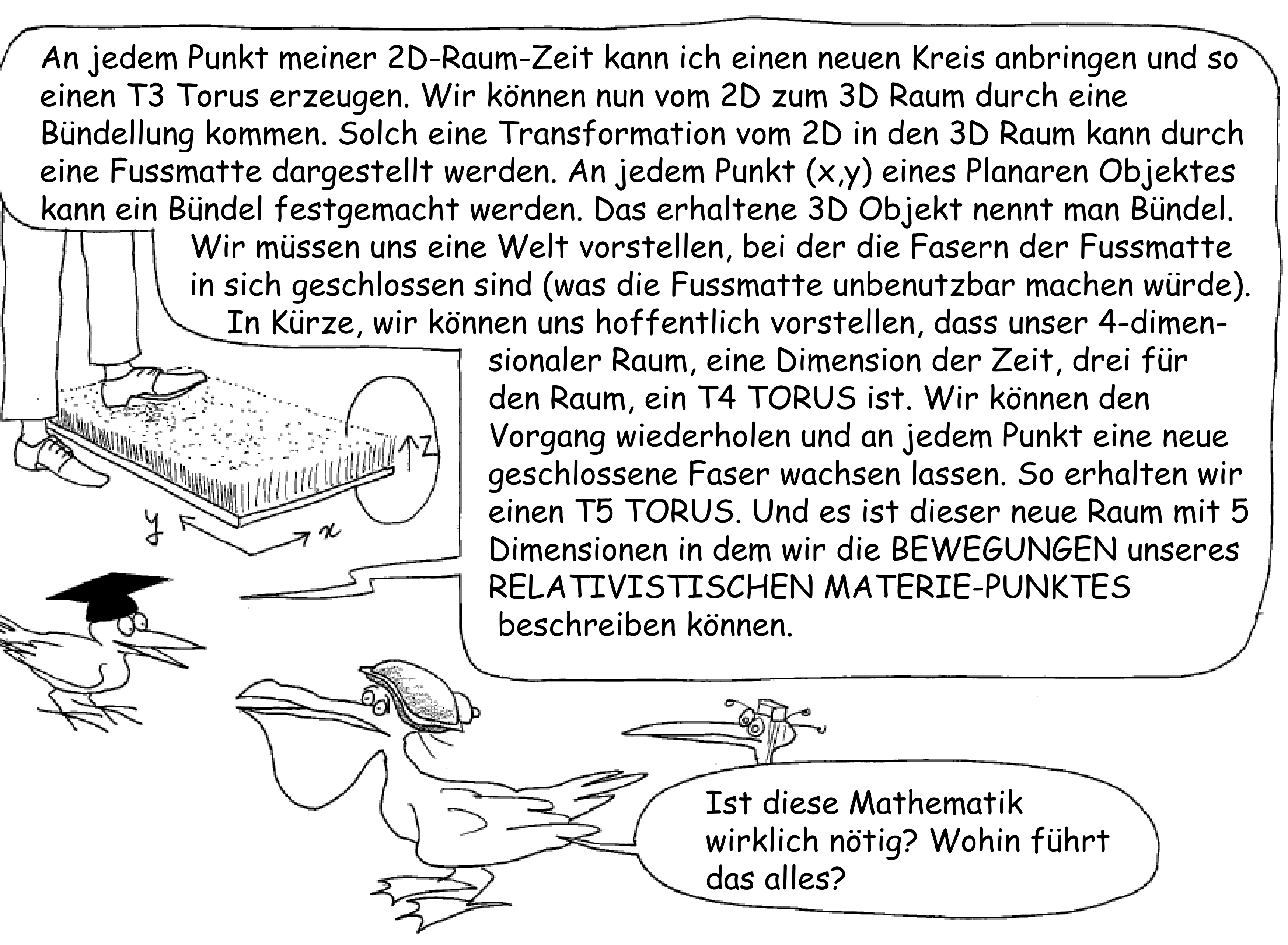
An jedem Punkt des Kreises, der eine Zeit (x) markiert, setzen wir einen anderen Kreis (O), der den geschlossenen Raum representiert (*). Der einschnürende Kreis beschreibt dabei sowohl den URKNALL wie auch den BIG CRUNCH (Gegenteil vom Urknall, der grosse Zusammenbruch, Anm.d. Übersetzers) ohne „initiale Singularität". In den Fällen, wo eine Singularität unbedingt gebraucht wird, können wir uns den TORUS MIT LEERER EINSCHNÜRUNG vorstellen.





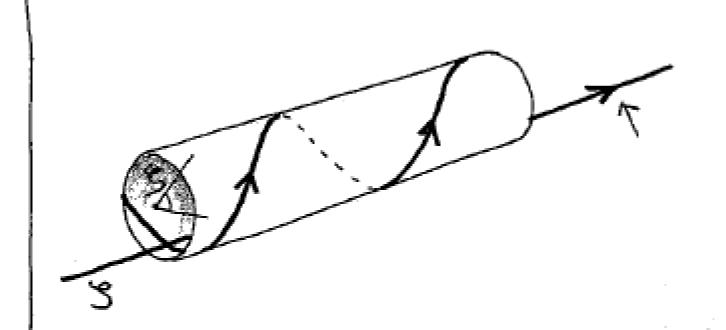


(*) Wir können genauso einen „Zeit-Kreis" an jeder Stelle des „Raum-Kreises" betrachten.

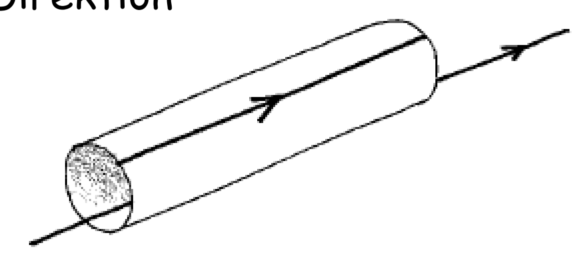

An jedem Punkt meiner 2D-Raum-Zeit kann ich einen neuen Kreis anbringen und so einen T3 Torus erzeugen. Wir können nun vom 2D zum 3D Raum durch eine Bündellung kommen. Solch eine Transformation vom 2D in den 3D Raum kann durch eine Fussmatte dargestellt werden. An jedem Punkt (x,y) eines Planaren Objektes kann ein Bündel festgemacht werden. Das erhaltene 3D Objekt nennt man Bündel. Wir müssen uns eine Welt vorstellen, bei der die Fasern der Fussmatte in sich geschlossen sind (was die Fussmatte unbenutzbar machen würde). In Kürze, wir können uns hoffentlich vorstellen, dass unser 4-dimensionaler Raum, eine Dimension der Zeit, drei für den Raum, ein T4 TORUS ist. Wir können den Vorgang wiederholen und an jedem Punkt eine neue geschlossene Faser wachsen lassen. So erhalten wir einen T5 TORUS. Und es ist dieser neue Raum mit 5 Dimensionen in dem wir die BEWEGUNGEN unseres RELATIVISTISCHEN MATERIE-PUNKTES beschreiben können.
z
y
x
Ist diese Mathematik wirklich nötig? Wohin führt das alles?

KALUZA RAUM

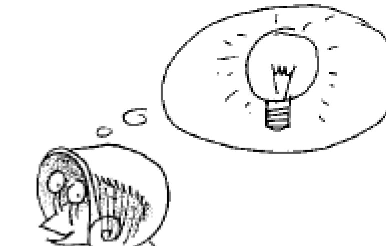
Wir sagten schon, dass PHYSIK eine GEOMETRIE ist. Nun, dass Aufzeichnen der Bewegung eines Partikels in einem fünf dimensionalen Hyperraum ist in Wirklichkeit gleichbedeutend mit der Annahme, dass der relativistische Materiepunkt mit einer ELEKTRISCHEN LADUNG ***e*** ausgestattet ist. Die Tatsache, dass diese fünf Dimensionen, genannt „KALUZA", in sich geschlossen sind, bewirkt, dass die elektische Ladung nur ganze Werte annehmen kann (GEOMETRISCHE QUANTIFIZIERUNG). Wir können die Dimensionen des Raumes zu einem einzelnen Punkt zusammenschrumpfen lassen. Dann korrespondiert die Bewegung des elektrisch geladenen relativistischen Materiepunktes zu einer Spiralkurve.

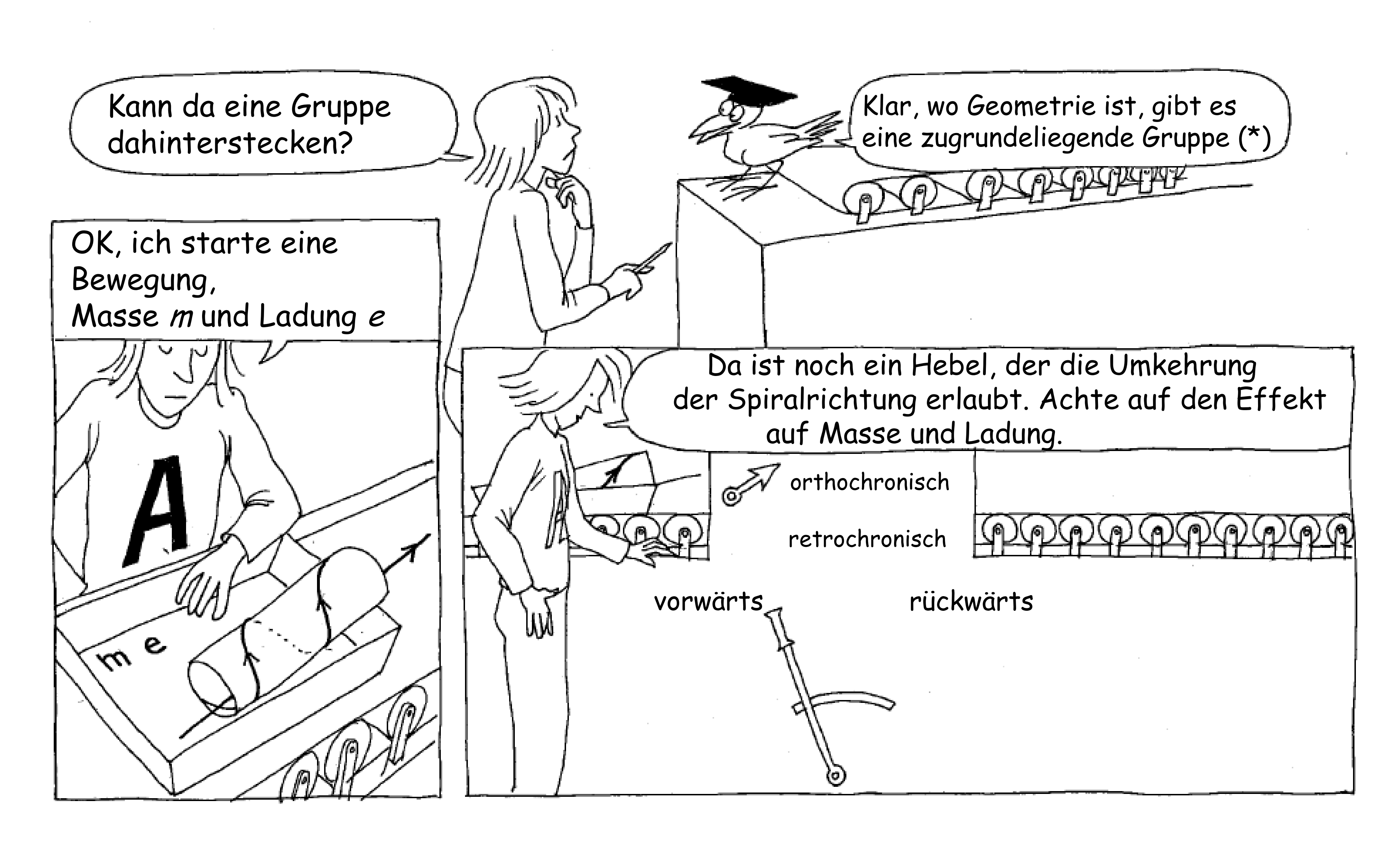


Die Direktion



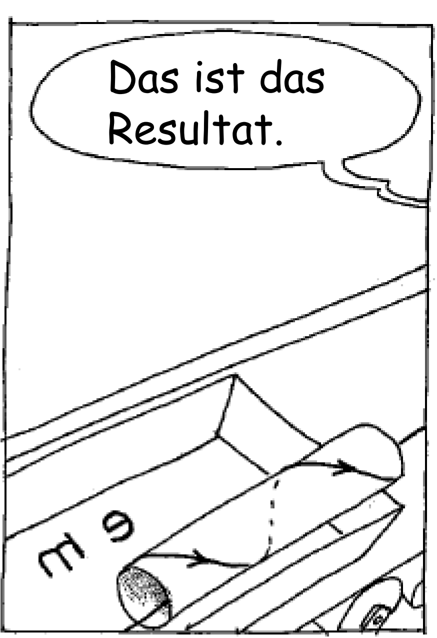
OK, ich verstehe. Die Richtung der Kurve der Spirale korrespondiert mit dem Vorzeichen der ELEKTRISCHEN LADUNG.

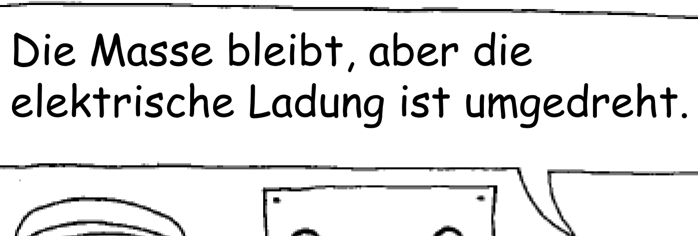


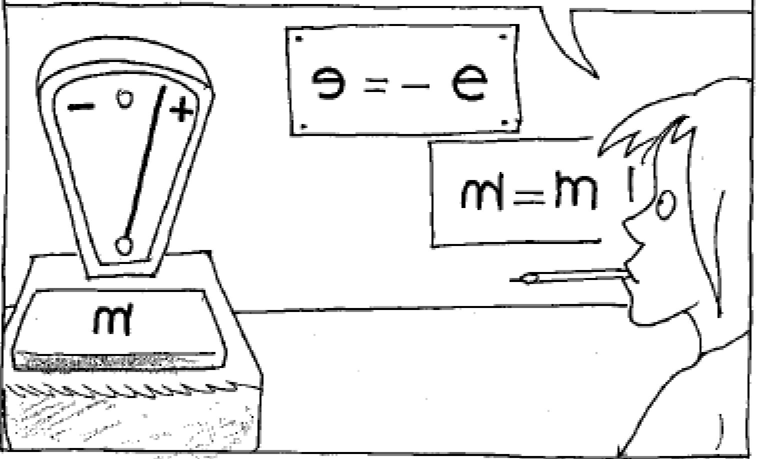


(*) Die erweiterte „Poincaré Gruppe", siehe Anhang 4



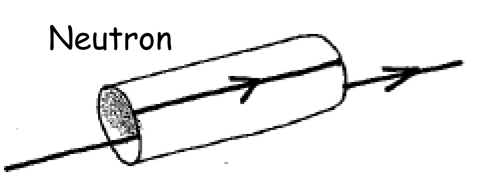






Dieses Umdrehen der elektrischen Ladung bedingt sofort die Umwandlung Materie -> Antimiaterie. Aber durch das Bild wird klar, dass das nicht geladene Neutron seinem Antipartiel gleicht, was nicht stimmt. In Wirklichkeit haben alle Partikel eine bestimmte Anzahl an „Quantumladungen" auf ihrer Visitenkarte (Hadronen, Laptonen), die elektrische Ladung war nur eine unter vielen. Die Transformation eines Massepartikels in ein Antipartikel besteht aus einer Umdrehung aller Quantum-Ladungen, auch der elektrischen Ladung, falls diese nicht null ist. Es ist wichtig, dass sich zwar die Ladung ändert, die Masse jedoch erhalten bleibt.

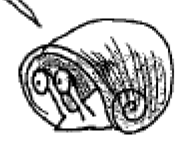


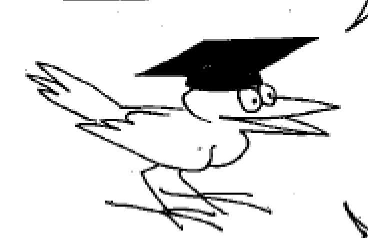




(*) Vereinigung der Ladungen oder c-Symmetrie


Kurz, Antimaterie hat eine positive Masse.
Warum fügen wir keine Dimensionen hinzu, um alle Aspekte der Partikel zu beobachten?
Einfacher gesagt als getan, Die Superstringleute wissen einiges darüber. Nur mit der fünften Dimension funktioniert der Elektromagnetismus und die elektrische Ladung wirklich. Aber da sich die fünfte Dimension automatisch selbst invertiert, wenn wir die C-Symmetrie starten, können wir es als Bild für die Materie-Antimaterie Symmentrie betrachten.


Also besitzen alle Partikel ihr Teilchen–Antiteilchen Paar; wenn ihre elektrische Ladung null ist, bleiben andere Quantenladungen, die die C-Symmetrie invertieren kann.


Die Ausnahme ist das Photon.
Warum?
Weil alle seine Quantenladungen gleich null sind.



(*) Und der Spin, siehe Anhang.

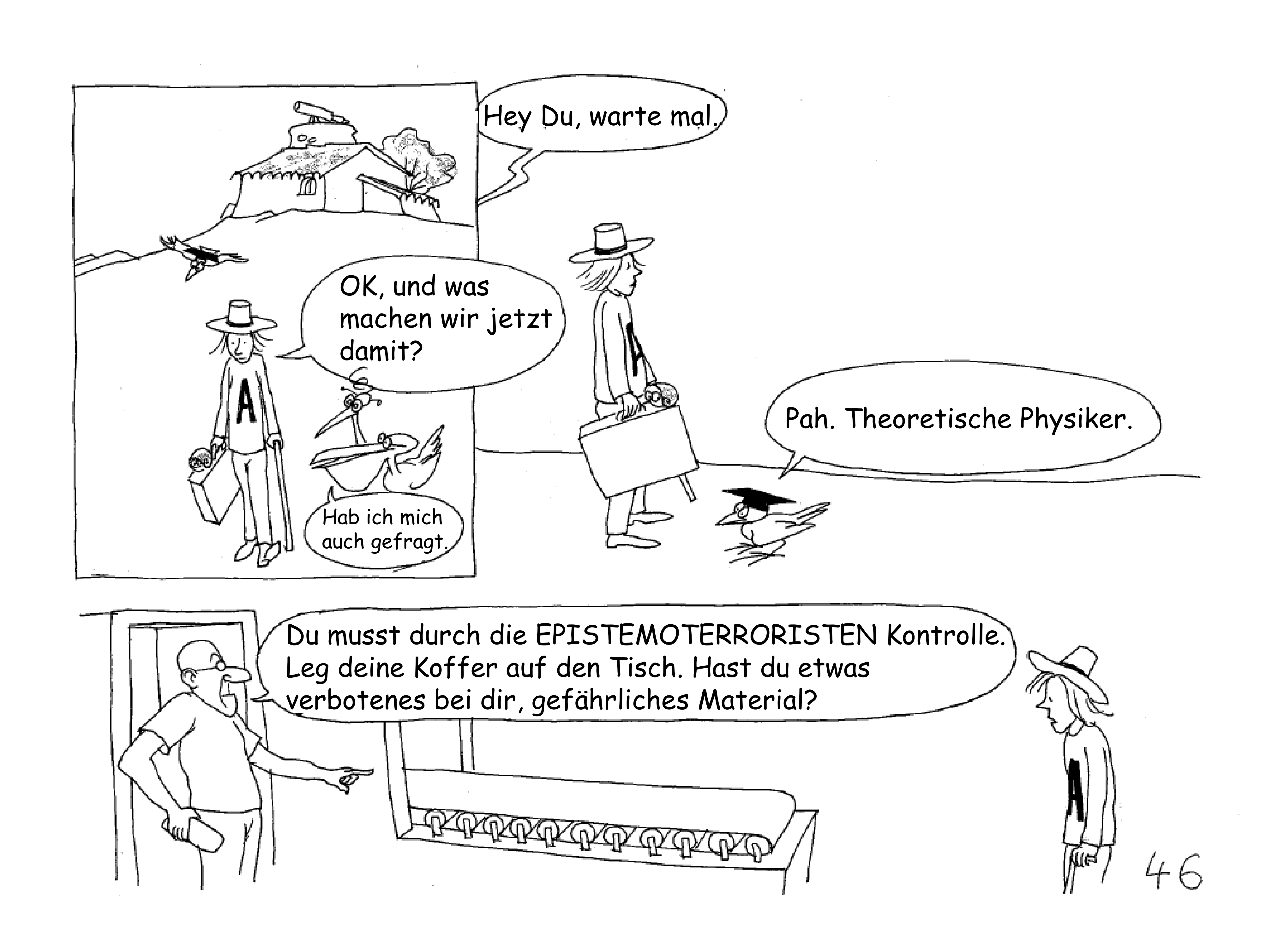
Elektrische Ladung e invertiert und Masse invertiert. Ich erhalte also Antimaterie mit negativer Masse und Energie. Mit anderen Worten: Die Materie-Antimaterie-Symmetrie existiert auch in der Welt der negativen Massen. Aber wenn ich invertierte Masse und Energie aussen vor lasse, wie sieht es dann aus?

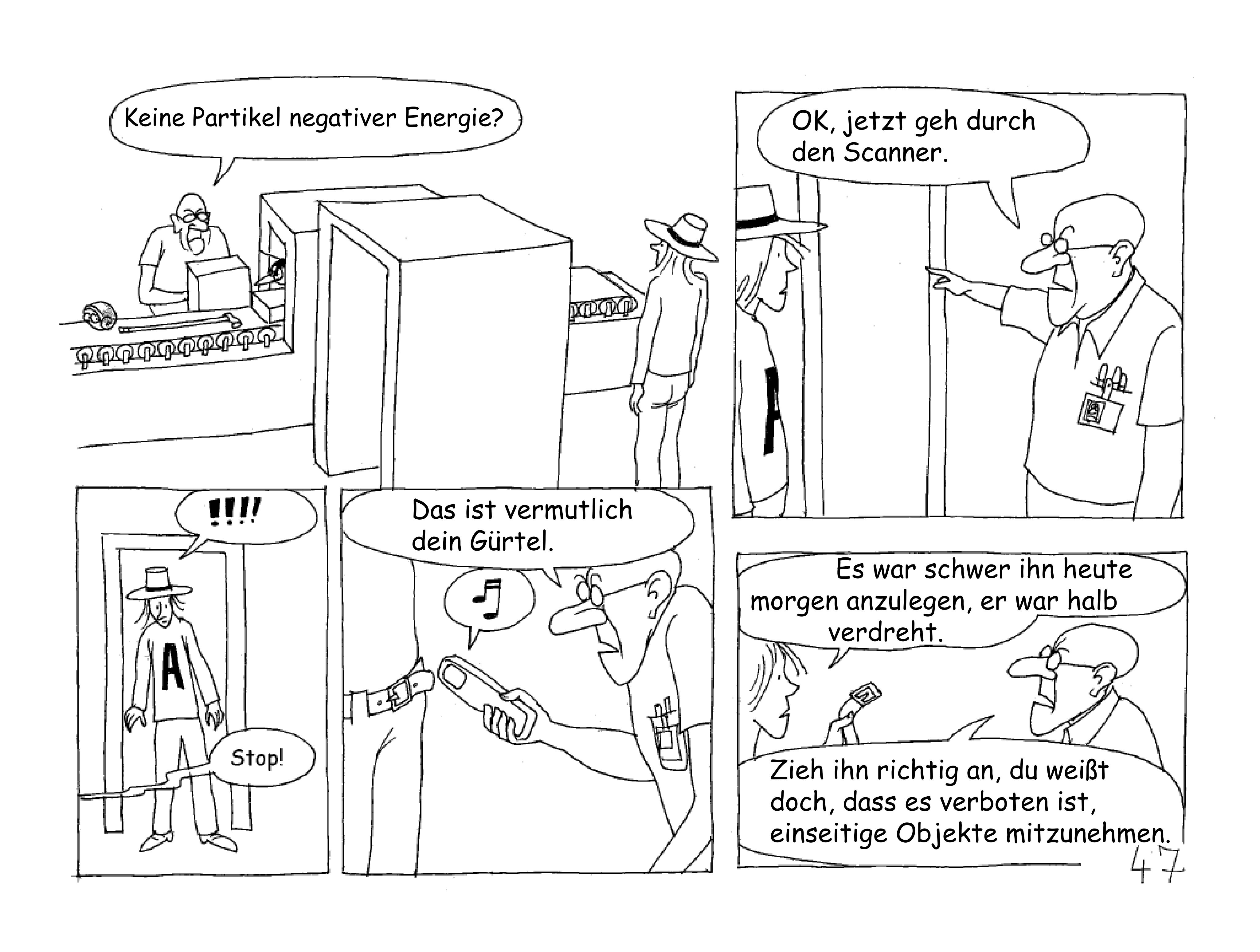
Fazit: Die MATERIE-ANTIMATERIE DUALITÄT existiert auch in der WELT DER NEGATIVEN ENERGIEN wo ein Massepartikel sich „selbst vernichtet“ mit seinem Antipartikel, also einer negativen Masse, wobei $\overline{\varphi}$ Photonen negativer Energie freiwerden.

Ok, ok, wir waten hier durch reale Fiktion. Ich verstehe, aber wie sehen diese Teilchen negativer Energie aus?

Wir finden $\overline{p}$ Protonen, $\overline{e}$ Elektronen, $\overline{n}$ Neutronen, $\overline{v}$ Neutrinos, usw. alle ausgestattet mit negativer Energie.




Hey Du, warte mal.
OK, und was machen wir jetzt damit?
Hab ich mich auch gefragt.
Pah. Theoretische Physiker.
Du musst durch die EPISTEMOTERRORISTEN Kontrolle. Leg deine Koffer auf den Tisch. Hast du etwas verbotenes bei dir, gefährliches Material?

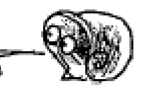

Keine Partikel negativer Energie?
OK, jetzt geh durch den Scanner.
!!!!
Stop!
Das ist vermutlich dein Gürtel.
Es war schwer ihn heute morgen anzulegen, er war halb verdreht.
Zieh ihn richtig an, du weißt doch, dass es verboten ist, einseitige Objekte mitzunehmen.

Wie war die Reise?

Wir haben eine erste Antwort: Zurückgehen in der Zeit ist einfach, man muss nur negativen Massen und Energie haben.

Bin froh das zu hören – aber was ist mit Bewegungen in der Richtung Vergangenheit – Zukunft, was bedeutet das?

Deine Energie ist positiv, das ist alles.



Hmmmm..

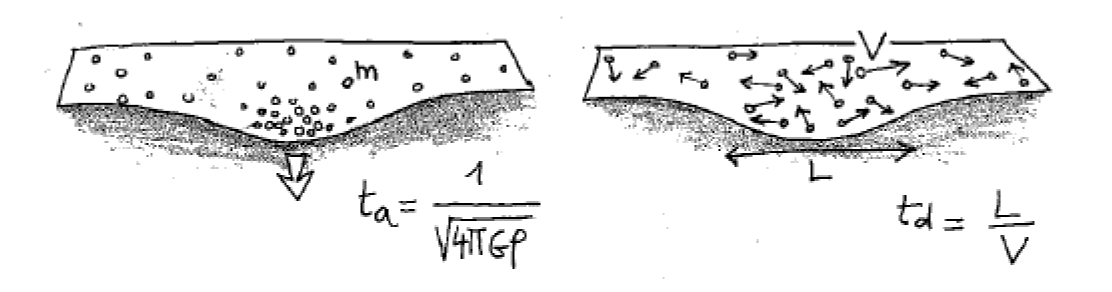
Wir müssen immer noch ein kosmologisches Modell basteln, in dem das Universum mit negativen und positiven Massen gefüllt ist. Wenn die negative Masse – was zu beweisen wäre - nun größer ist, als die positive, würde das eine BESCHLEUNIGUNG bewirken. Das wäre es dann, die mysteriöse DUNKLE ENERGIE.

Lasst uns diese Diskussion für später aufheben und den Kosmos mit zwei Populationen behandeln.

(*) Die Existenz von dunkler Energie und Masse: „Structure des systèmes dynamiques", 1972, herunterladbar www.jmsouriau.com, Seite 198, Gleichung 17.67

DIE STRUKTUR IM GROSSEN MAßSTAB: EINE ERKLÄRUNG

Im Buch „Tausend Milliarden Sonnen" haben wir ein fundamentales Problem der Astrophysik erklärt: GRAVITATIONSINSTABILITÄToder JEANS INSTABILITÄT (S. 12-23). Wir kehren zu der Idee zurück und modifizieren das Modell ein bißchen. Materie wird represen-tiert durch Schrot auf einer großen, flexiblen Gummimatte über einer Wasserfläche. Das Schrot kann sich auf der Oberfläche frei mit einer zufälligen Geschwindigkeit bewegen, die die THERMALE BEWEGUNG (*) in diesem 2D Mileu darstellt.



Wenn zufällig eine lokale hohe Materie-dichte ensteht, wird dadurch Materie in der Umgebung angezogen (das Akkretions Phänomen). Die charakteristische Wachs-tumszeit t_a der Störung liegt in $\frac{1}{\sqrt{\rho}}$.

Umgekehrt wird sich die Beule ausbrei-ten in der Zeit: $t_d = \frac{L}{V}$

(*) Die ABSOLUTE TEMPERATUR ist $\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}mV^2$ wobei k die Boltzmann Konstante ist. definiert als: $(1.38\,10^{-23}$ MKSA$)$

Der Durchmesser der entstehenden Beule ist gleich der Jeans Distanz, die, statistisch gesehen, leichter entstehen als größere Beulen.

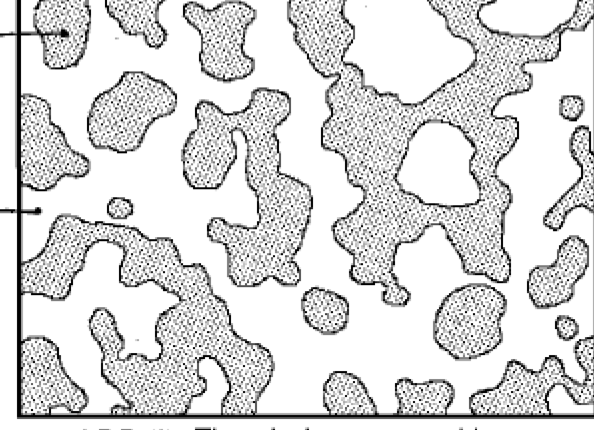


Da sich auch negative Massen anziehen, bilden sie ebenfalls Beulen. Starten wir mit einem Milieu, in dem negative und positive Massen die gleiche Dichte und thermale Bewegung haben. Sie werden sich den Raum teilen, da sie sich abstoßen.

Wie Leute, die es nicht aushalten, zu nah beisammen zu sein.

Materie positiver Masse

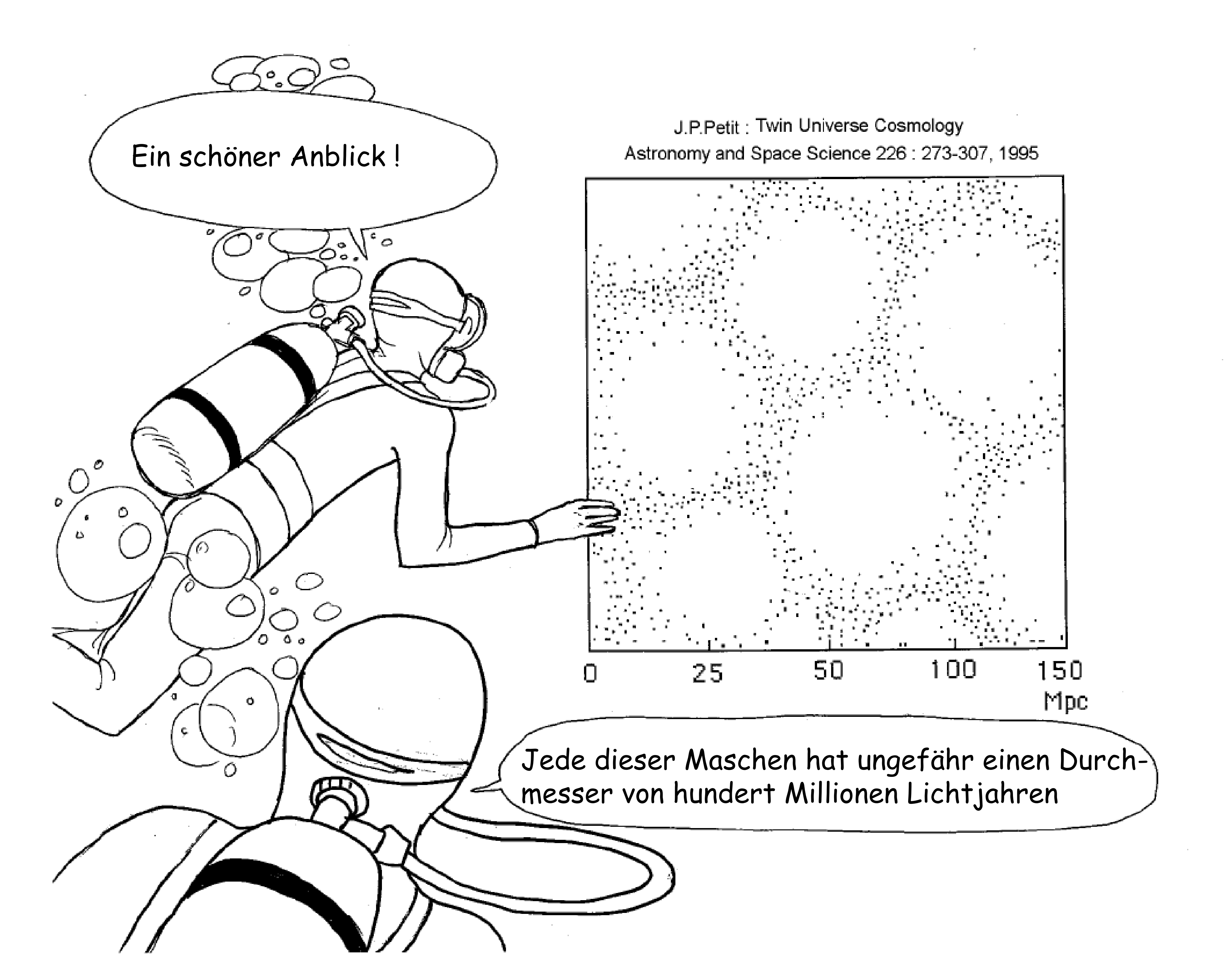
Materie negativer Masse



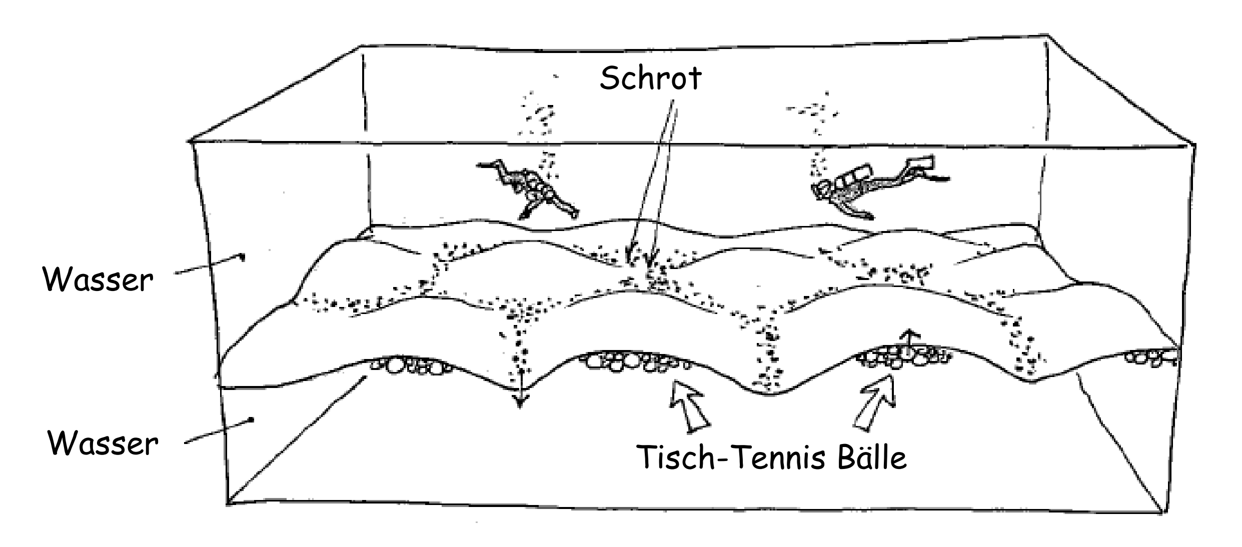
J.P.Petit : The missing mass problem.
Il Nuovo Cimento B Vol. 109 July 1994, pp. 697-710

(*) Sir James Jeans, Englischer Astronom, 1877-1946


Was machst du?
Mach dich fertig: Wir ändern das Modell.
Dann erklär mir die Regeln.
Das ist einfach: Die Materie ist immer noch das Schrot.
Es scheint als suche sich die Materie einen Platz zwischen diesen Hügeln, die scheinbar aus dem Nichts entstehen.
Als ob jemand den Boden anheben würde.
Es ist die zweite, negative Masse, die die Materie in den Tälern sammelt.



Ein schöner Anblick !
J.P.Petit : Twin Universe Cosmology
Astronomy and Space Science 226 : 273-307, 1995
0
25
50
100
150
Mpc
Jede dieser Maschen hat ungefähr einen Durchmesser von hundert Millionen Lichtjahren



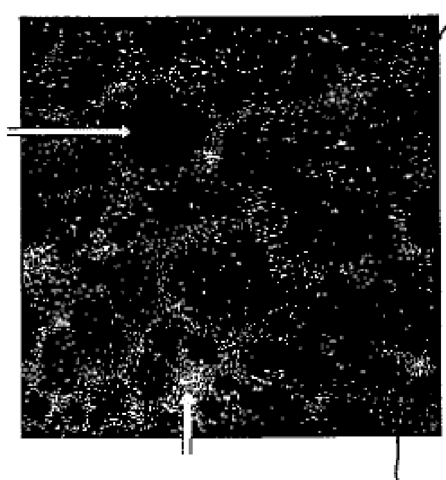
Dieses Modell dient der Illustration der Idee der VERBUNDENEN GRAVITATIONS INSTABILITÄT, die sich auf eine Zusammensetzung aus positiver und negativer Masse auswirkt, wenn die Dichte p der negativen Masse die Größere ist.

Im großen, imposanten Universum wird es noch schneller Ballungen anhäufen.

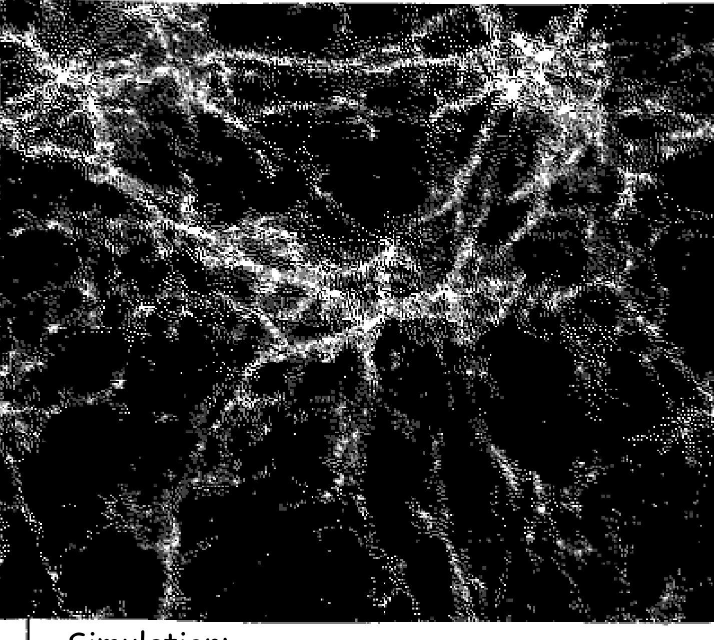
Ansammlung negativer Masse

0 25 50 100 150
Mpc

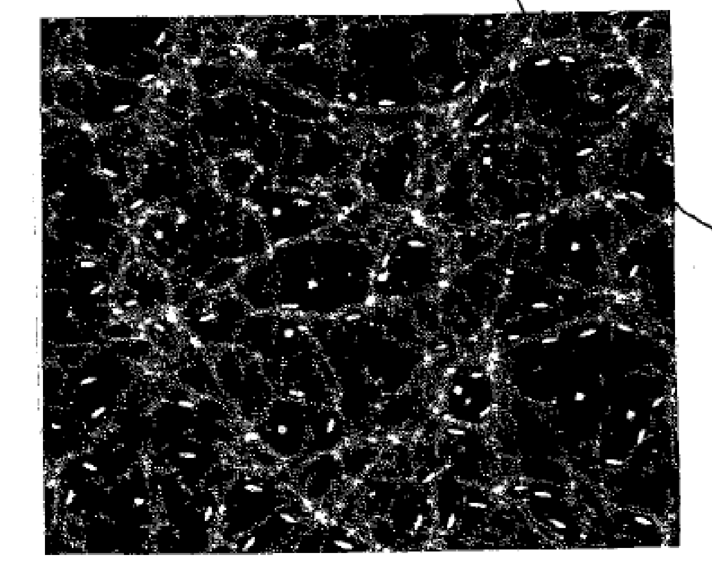
Die Gummimembran ruft die Unsichtbarkeit für einen Beobachter positiver Masse hervor. – Im linken Fall ist dargestellt, was ein Beobachter negativer Masse sehen würde. Er würde nicht unsere eigene Masse sehen, die sich in den LÜCKEN darstellt, eine BEWIESENE BEOBACHTUNG, wie „Fugen zwischen Seifenblasen" um „Nichts" mit hundert millionen Lichtjahren Durchmesser – Numerische Simulationen mit einer Mixtur aus zwei Materiearten, die 1992 unternommen wurden, führten zu Bildern, die mit den Beobachtungen des klassischen Modells übereinstimmen, auch wenn man KALTE DUNKLE MATERIE betrachtet, die FASERIGE STRUKTUREN erzeugt, die NICHT MIT DEN BEOBACHTUNGEN ÜBEREINSTIMMEN (nächste Seite).



Links der SICHTBARE TEIL des Universums, dessen LAKUNÄRE, löschrige Struktur jedes Jahr bestätigt wird. Unten links der UNSICHTBARE TEIL, errechnet aus dem Mikrolinseneffekt der Gravitationslinse. Oben rechts das Resultat der Simulation mit KALTEN DUNKLER MATERIE, die übereinstimmt mit der zweiten Beobachtung. All das, was übrigbleibt, stellt die DUNKLE ENERGIE dar.

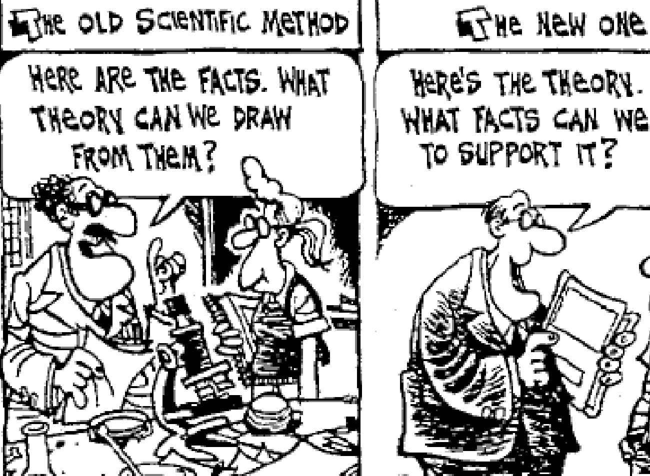


Simulation: Das 2 millionen Jahre alte Universum

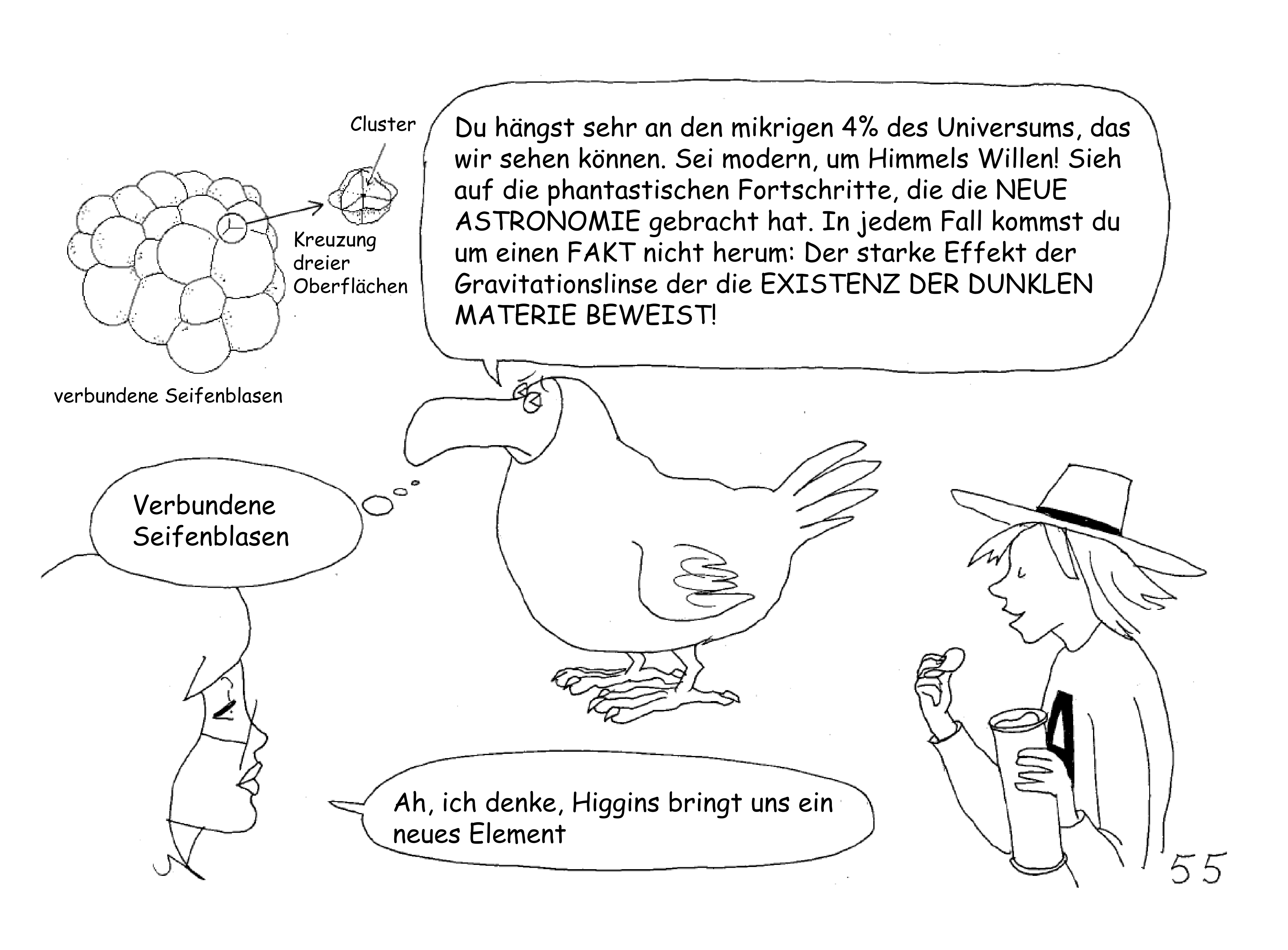


Karte dunkler Materie








Cluster
Kreuzung dreier Oberflächen
verbundene Seifenblasen
Du hängst sehr an den mikrigen 4% des Universums, das wir sehen können. Sei modern, um Himmels Willen! Sieh auf die phantastischen Fortschritte, die die NEUE ASTRONOMIE gebracht hat. In jedem Fall kommst du um einen FAKT nicht herum: Der starke Effekt der Gravitationslinse der die EXISTENZ DER DUNKLEN MATERIE BEWEIST!
Verbundene Seifenblasen
Ah, ich denke, Higgins bringt uns ein neues Element

DER NEGATIVE GRAVITATIONSLINSENEFFEKT (*)

Welches neue Element?!? Ich hab nur ein Paar Chips gekauft, ich war hungrig.

Ja, aber es sind NEGACHIPS

Was soll das, ... Negachips?

Es sind Chips mit einer negativen Krümmung.

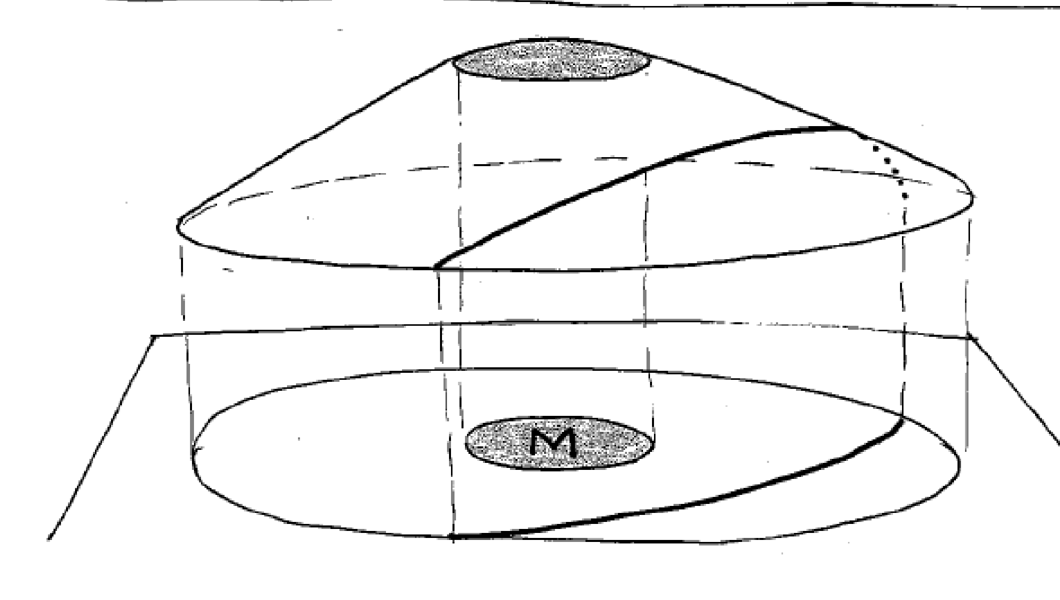


Für Spezialisten: Der negative Gravitationslinseneffekt ist eine exakte Lösung von Einsteins Gleichung, über die bis jetzt noch niemand nachgedacht hat. Das steht schematisch im Anhang, für Details siehe: Jean Pierre Petit, Twin Universe Cosmology: Astronomy and Space Science 226: 273-307, 1995 at http://arxiv.org/abs/0801.1477

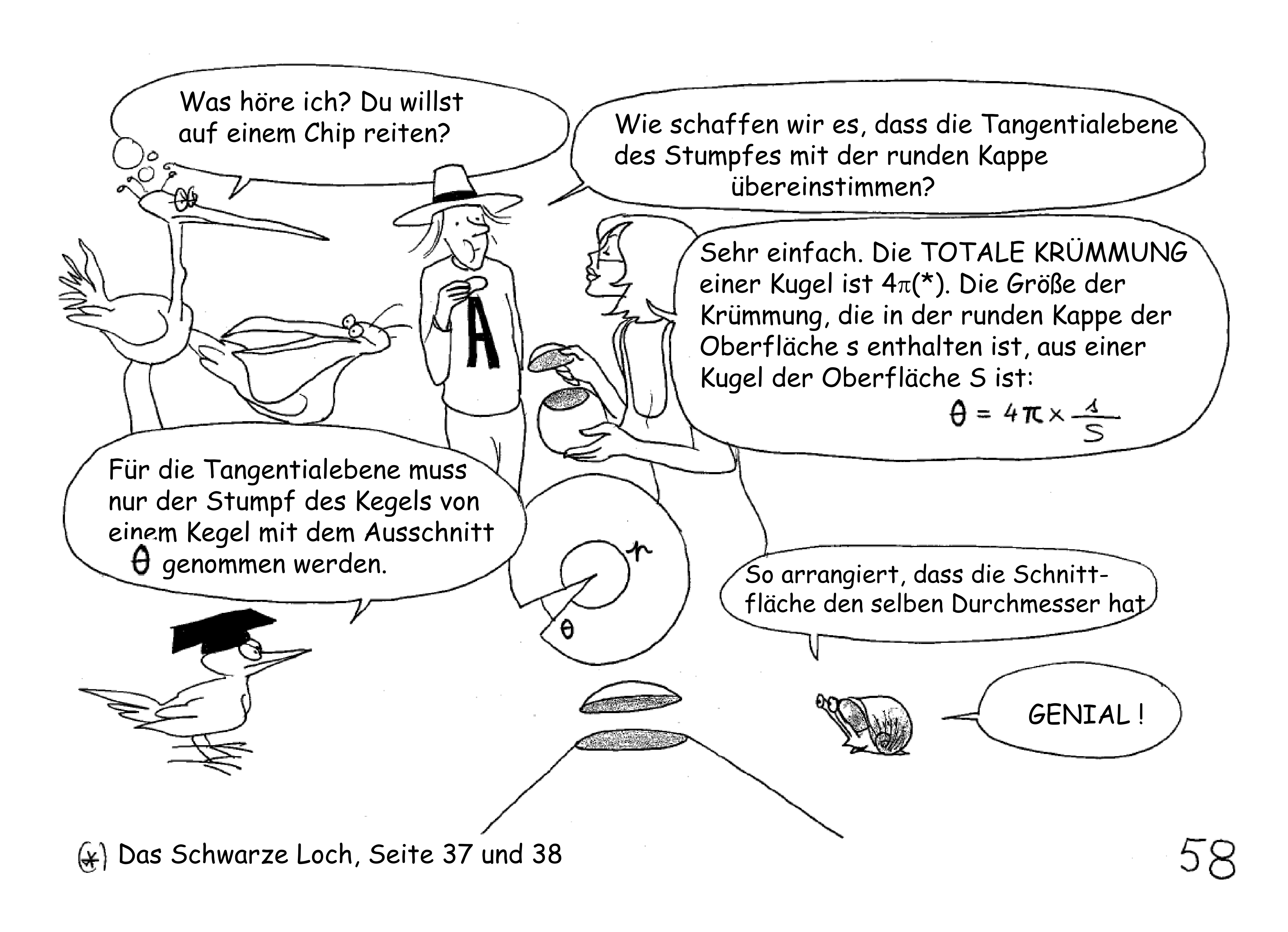
Was ?!?

Ich denke, ein Geschäftsmann hatte die Idee, einen Chip zu machen in der Form eines Pferdesattels. Ohne Zweifel ein Mathematiker, der sich nun mit Agrar-Nahrung beschäftigt.

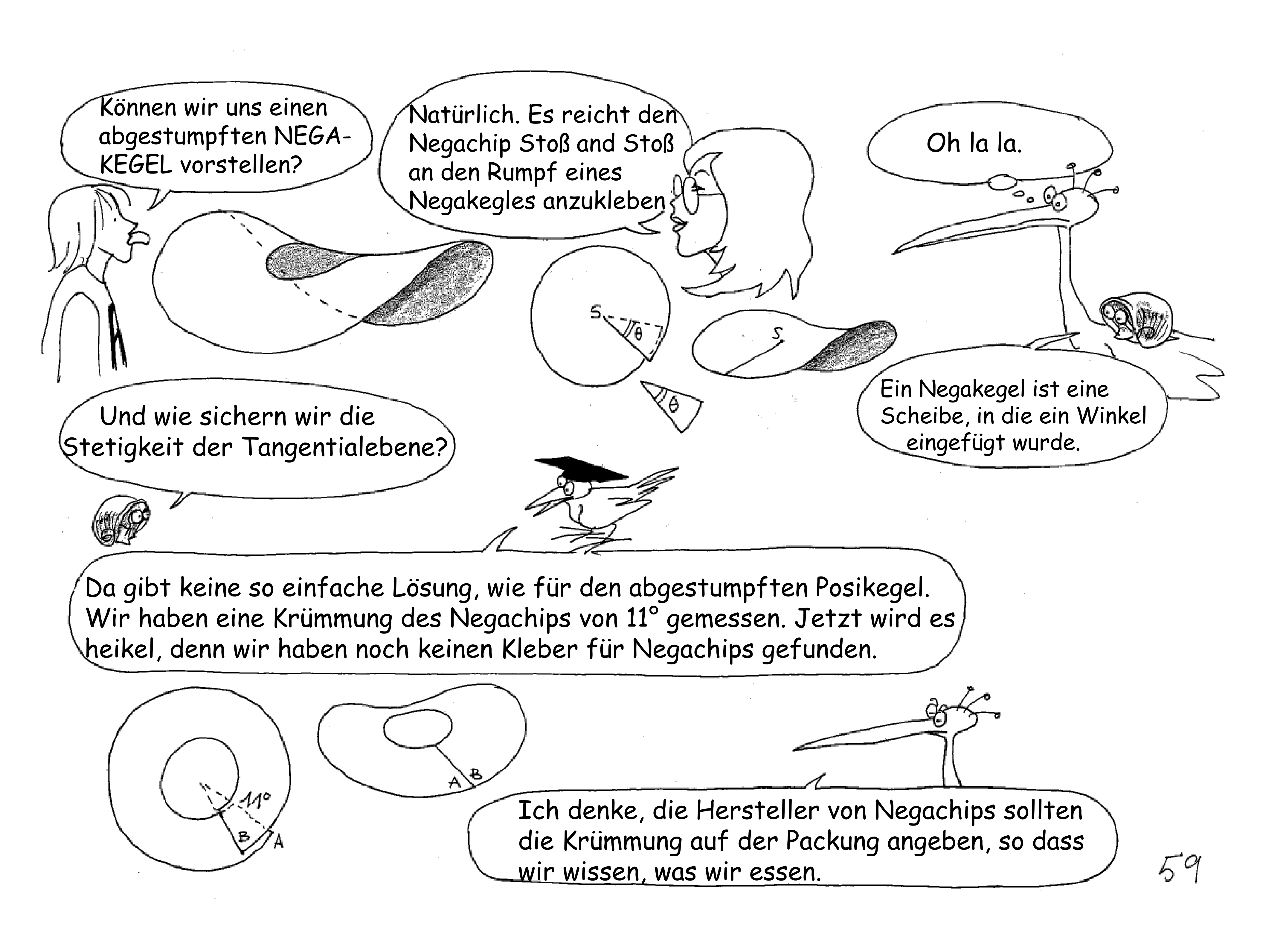
Zeichnen wir eine Geodäte auf eine Oberfläche negativer Krümmung, so zeigt die planare Projektion eine ABSTOẞENDE KRAFT. Denk an die Dinge über den abgeschnittenen Kegel.

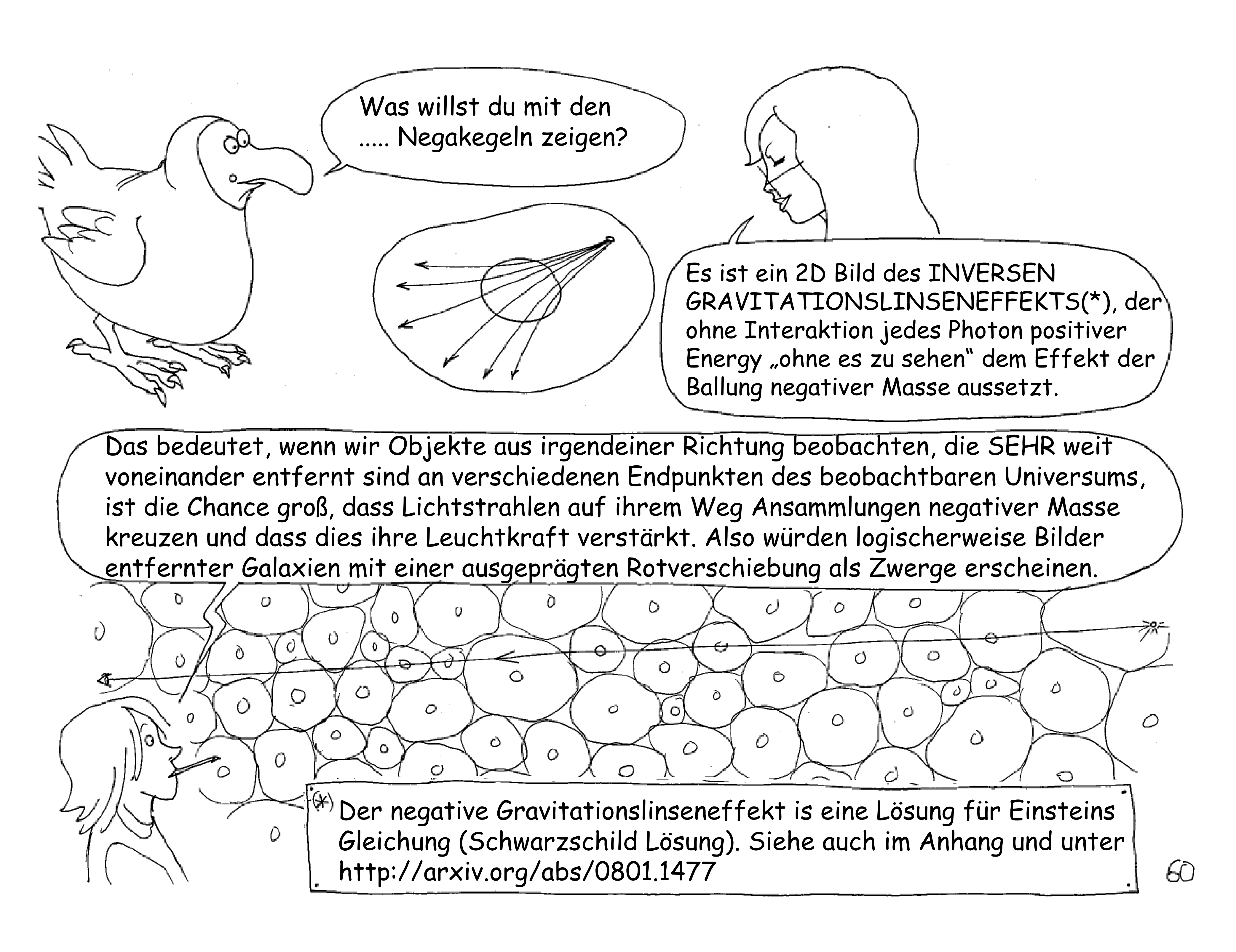


Ein POSIKEGEL RUMPF ist eine kugelförmige Kappe die einen Kegel anschließt, eine euklidische Oberfläche. Eine planare Projektion ergibt den Eindruck, dass ein Objekt auf dieser Trajektorie der Anziehung der Masse M ausgesetzt sei.



(*) Das Schwarze Loch, Seite 37 und 38


Können wir uns einen abgestumpften NEGA-KEGEL vorstellen?
Natürlich. Es reicht den Negachip Stoß and Stoß an den Rumpf eines Negakegles anzukleben
Oh la la.
S
θ
S
θ
Ein Negakegel ist eine Scheibe, in die ein Winkel eingefügt wurde.
Und wie sichern wir die Stetigkeit der Tangentialebene?
Da gibt keine so einfache Lösung, wie für den abgestumpften Posikegel. Wir haben eine Krümmung des Negachips von 11° gemessen. Jetzt wird es heikel, denn wir haben noch keinen Kleber für Negachips gefunden.
11°
B
A
A
B
Ich denke, die Hersteller von Negachips sollten die Krümmung auf der Packung angeben, so dass wir wissen, was wir essen.


Was willst du mit den
..... Negakegeln zeigen?
Es ist ein 2D Bild des INVERSEN GRAVITATIONSLINSENEFFEKTS(*), der ohne Interaktion jedes Photon positiver Energy „ohne es zu sehen" dem Effekt der Ballung negativer Masse aussetzt.
Das bedeutet, wenn wir Objekte aus irgendeiner Richtung beobachten, die SEHR weit voneinander entfernt sind an verschiedenen Endpunkten des beobachtbaren Universums, ist die Chance groß, dass Lichtstrahlen auf ihrem Weg Ansammlungen negativer Masse kreuzen und dass dies ihre Leuchtkraft verstärkt. Also würden logischerweise Bilder entfernter Galaxien mit einer ausgeprägten Rotverschiebung als Zwerge erscheinen.
(*) Der negative Gravitationslinseneffekt is eine Lösung für Einsteins Gleichung (Schwarzschild Lösung). Siehe auch im Anhang und unter http://arxiv.org/abs/0801.1477



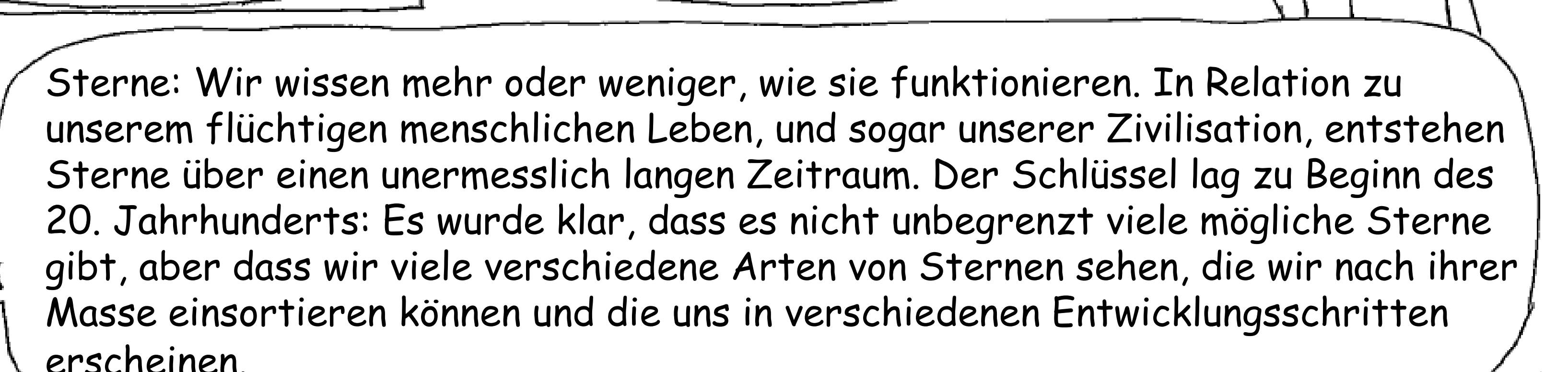
Nun, Herr Handhic?
Nun, die ersten Galaxien waren tatsächlich .... Zwerge. Das beobachten wir bei großer Rotverschiebung. Weiter nehmen wir an, dass sie sich sammelten um noch massivere Objekte zu formen.
Das ist die akzeptierte These.
Ich denke, wir machen Fortschritte, oder?
Und die Galaxien, wie haben sich die geformt?
Wir arbeiten dran, schöne Frau, wir arbeiten dran.
Jetzt schon für drei Dekaden.

WIE SICH STERNE BILDEN

Du bringst es auf den Punkt, aber vergiss nicht, du Schelm, dass deine Geschichte von negativen Massen in keiner Weise die starken Effekte von Gravitationslinsen durch Galaxien, und in besonders Weise durch Galaxiecluster erklärt

Für diesen Moment liegt er richtig.

Bevor wir fragen, wie sich Galaxien formen, sollten wir nachdenken, wie sich Sterne formen.



und massereiche Sterne verbrannten maßlos ihren Wasserstoff



Sterne entstehen in Gaswolken. Später werden wir sehen, wie und warum sich Klumpen formen: URSTERNE. Sobald die FUSION beginnt, fängt der Stern an, seinen Brennstoff, den Wasserstoff, zu verbrennen. Je größer der Stern, desto schneller wird er brennen und umso kürzer ist seine Existenz.
Jupiter ist ein „misslungener Stern", der ausstrahlte und sich zusammenzog, der aber nie aufflammte. Bei einer größeren Masse, sagen wir 10 mal die des Jupiters, erlebt der Stern einen Zeitraum der Wartezeit, bevor die Fusionsreaktion startet.

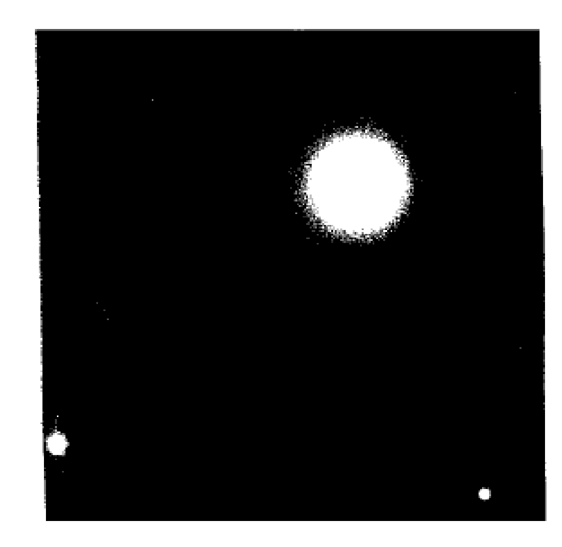
Und wie lange dauert das?

Sei R der Radius des Sterns. Der Klumpen zieht sich zusammen bis die Temperatur 3000° erreicht. Dann ionisiert er und der innere Druck verhindert weiters Zusammenziehen. Die Hitze, die durch Abstrahlen abgeführt wird, ist proportional zum Volumen des Sterns, zum Quadrat des Radius, der Strahler ist die Oberfläche $4\pi R^2$. Die Zeit, die benötigt wird, um die Hitze abzuleiten, damit eine erneute Kontraktion stattfinden kann, variiert mit dem Quadrat der Sternenmasse, also seinem Radius R.

Wir haben über die kugelige Ballung mit einer negativen Masse im Zentrum dieses großen Nichts gesprochen. Wie entstehen solche Objekte?



Du musst aus negativer Masse bestehen, um diese riesen Ursterne zu sehen, die im roten- und infraroten Bereich strahlen, und deren Zeit, sich zusammenzuziehen, das Alter des Universums übersteigt. Dadurch werden wir niemals sehen, wie sie sich entzünden.





Also, wenn ich das richtig verstehe, gibt es in dieser Negativ-Welt keine richtigen Sterne, also auch keine Planeten und kein LEBEN?



Diese Objekte sind nur das Gitter unseres Universums aus positiven Massen

Lächerlich, einfach zu phantastisch ! Du kannst diese Dinge erfinden bis die Kuh nach Hause kommt, aber DUNKLE MATERIE und DUNKLE ENERGIE, die sind wirklich !

DAS PROBLEM DER BILDUNG VON GALAXIEN





Das Wichtigste ist, Worte zu finden, die richtigen Worte. Schwarze Löcher, dunkle Materie, dunkle Energie – die dunkle Seite verkauft sich, glaub mir.

Was trägst du da? Sieht aus wie Schuhputzzeug.

Das ist mein Arbeitszeug.

Du kennst mein Motto:
Immer mit dem Wind gehen. Immer !



Wir suchen einen Artikel über die Bildung der Galaxien – was ist ihre Ansicht zu der Frage?

Nun, wir haben keinen Plan gefunden, wie sie sich bilden. Und unsere Beobachtungen zeigen, dass wir auch nichts finden werden.





Wenn wir mit einer Mixtur aus positiver und negativer Masse starten, mit einer großen Mehrheit des zweiten über das erste, formen sich dadurch Ballungen durch Gravitationsinstabilität. Dadurch wird unsere Materie positiver Masse in die verbleibenden Zwischenräume gedrängt. Das passiert sehr heftig und die Materie, in der Form von Wasserstoff und Helium, wird´ ßßtzg zusammengedrückt als PLATTEN.

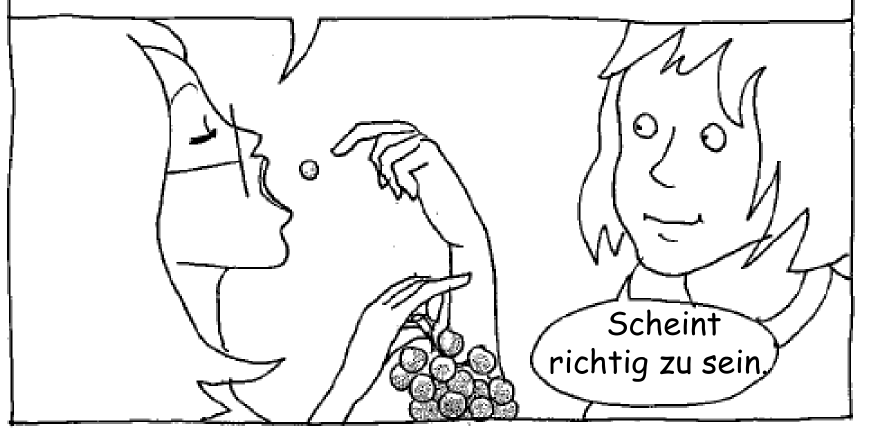


Während Materie mit negativer Masse sich in der Form von Kugeln ansammelt und so unfähig ist, Hitze durch Strahlung loszuwerden, stellt die PLATTEN KONFIGURATION den besten Strahler für Materie dar, die sich dann durch Strahlung nach einer starken Temperaturanhebung abkühlt. Dadurch wird das Gas destabilisiert und die Abkühlung führt zu einer Gravitationsinstabilität und zur Bilddung von Galaxien. ALLES ZUR GLEICHEN ZEIT. Darum finden wir keine jungen Galaxien.

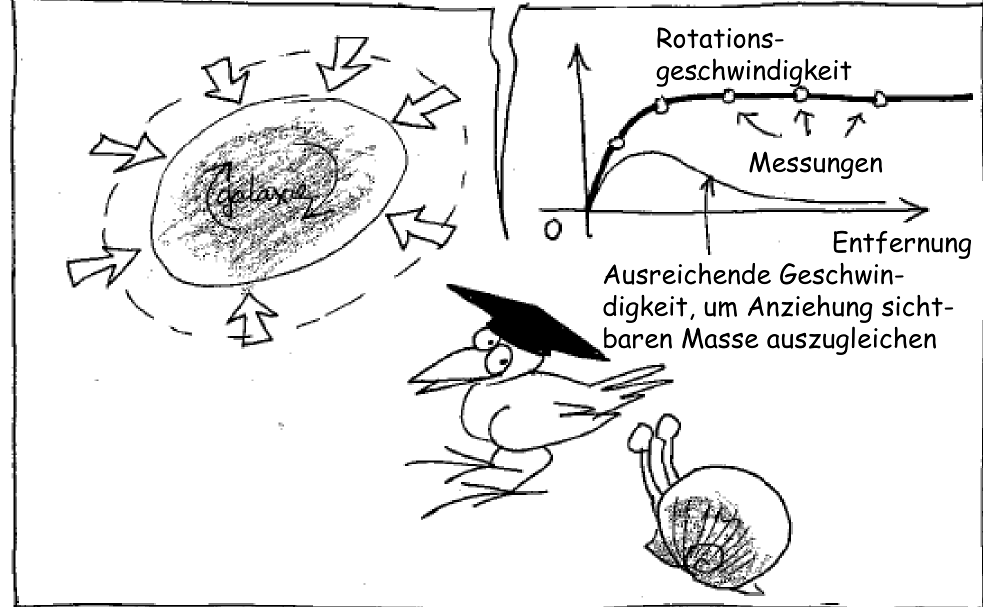


GALAXIEGEFANGENSCHAFT

Momentan sind Galaxien voneinander entfernt, als ob Erbsen einen Meter entfernt sind, aber als sie geboren wurden, waren die jungen Galaxien eng beieinander, wie ein Bund Trauben. Sie formten ein SYSTEM aus ZUSAMMENSTÖßEN und durch diese Interaktion begannen sie zu rotieren(*). Und als die Expansion sie trennte, wurden die Zusammenstöße, obwohl immer noch interessant, sehr selten.

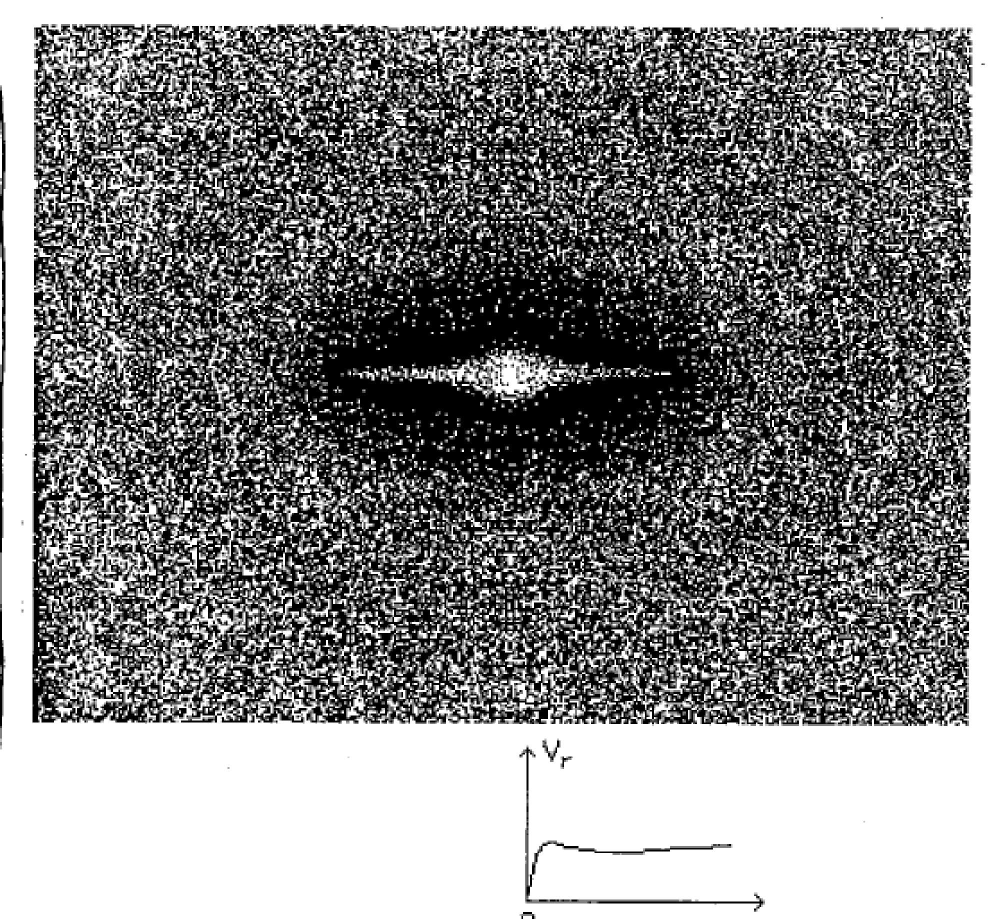


Materie negativer Masse konzentriert sich nicht in Ansammlungen. Es formt eine gasförmige Athmossphäre, die einen GEGENDRUCK auf unsere eigene Materie ausübt und eingedrungen zwischen Galaxien diese BEGRENZT. Ihre Anwesenheit am Rand der Galaxien erklärt die riesige Rotationsgeschwindigkeit, die man bei interstellarem Gas gemessen hat.



(*) In einem Gas werden durch Zusammenstöße Rotationen ausgelöst.

OK, lass uns den Pool neuer Ideen zusammenfassen, die ganz anders sind als der MAINSTREAM. Wenn ich dich richtig verstehe, hälst du dunkle Materie und dunkle Energie für Quatsch. Materie mit negativer Masse reicht aus, um alles zu erklären. Seine Ballung fixiert und stabilisiert die IM GROSSEN MASSSTAB LÖCHRIGE STRUKTUR DES UNIVERSUMS mit einer Art von „Nägeln". Das ist der original Plan der Entstehung der Galaxien. Die negative Masse, die zwischen ihnen eindringt, erzwingt ihre Abgeschlossenheit. Es ist, als ob sie es sich in den Löchern gemütlich machen wie in einem Greyerzer Käse.



Das Resultat von digitalen Simulationen (1992). Unten die daraus entstandene Rotationskurve, die mit Beobachtungen perfekt übereinstimmt.



So wie die kleine Gravitationslinseneffekte es den neuen Astronomen erlaubten, die dunkle Materie im Universum darzustellen, so konnten Leute wie Albert Bosma die Verteilung der dunklen Materie adaptieren, so dass die Rotationskurven begründet werden konnten. Ohne neue theoretische Modelle blieb alles bei Newtons Gesetz und einigen Anpassungstechniken, um es mit den Beobachtungen in Übereinstimmung zu bringen.

$F = \frac{Gmm'}{d^2}$

Während des 17. Jahrhunderts verstand Toricelli, dass es der LUFTDRUCK war, der das Quecksilber in dem Barometer steigen ließ, das er erfunden hatte. Anderenfalls würden Wissenschaftler immer noch den Horror des Vacuums messen.

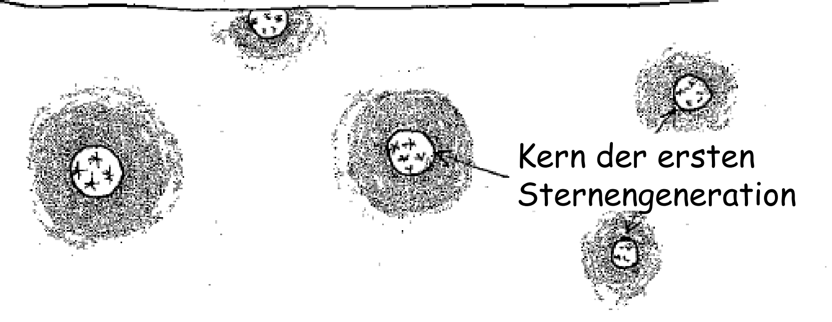
Es ist eine großartige Entdeckung:
Der Horror des Vacuums nimmt mit der Höhe ab.

Warum sind leichte Galaxien aus Gas und massive sind es nicht?

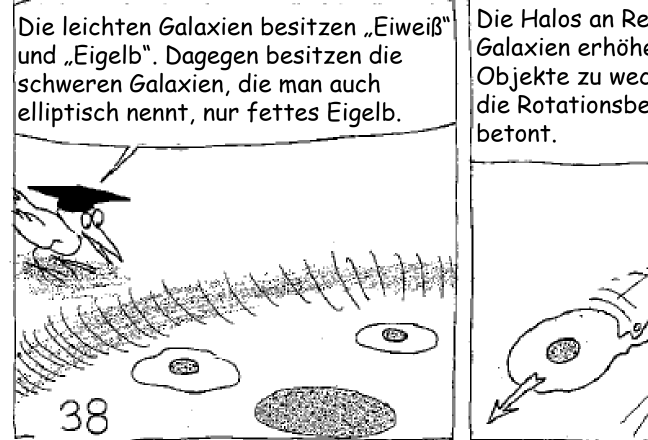


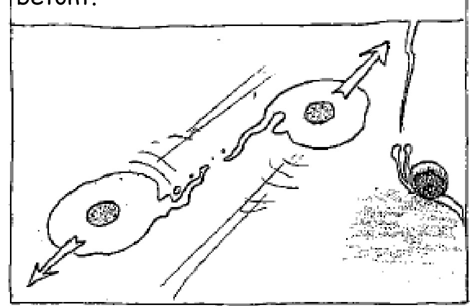
Die Sterne der ersten Generation formten sich, trugen das restliche Gas mit einer hohen Aussen-temperatur. Für massive Galaxien ist die Hitze so stark, dass die thermale Bewegungsgeschwin-digkeit $V = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ die BEFREIUNGSGESCHWIN-DIGKEIT der Galaxie übersteigt – daher ist dieses Gas im Raum verloren und wird so dünn, dass Kollisionen zwischen Atomen nur zu STRAHLUNGSKÜHLE führt.

Dadurch, dass die Galaxien zehnmal leichter sind, reicht die Hitze des restlichen Gases nicht aus, um dem Gas zu entkommen. Es wird sich ausdehnen und eines Art Atmosphere formen. Junge Galaxien, die noch nahe beieinander liegen, werden sich „aneinander reiben“, dadurch werden die gasförmigen Auren rotieren (allerdings nicht die zentralen Kerne, die Sterne)



Wie schon 1986 in TAUSEND MILLIONEN SONNEN, Seite 38 beschrieben:





(*) Die Befreiungsgeschwindigkeit liegt in der Größenordnung von 1000km/s. Durch Anwendung von $\frac{1}{2}mV^2 = \frac{3}{2}kT$ (Anhang) finden wir heraus, dass Galaxien in Gas baden sollten bei einer Temperatur von Millionen von Grad, wie gezeigt wurde.

Die Expansion treibt die Galaxien auseinander – die Gashüllen bleiben den leichten Galaxien erhalten, die Kollisionsgruppen von Atomen bilden und sich durch Aussenden von Strahlung abkühlen. Das DREHMOMENT beibehaltend, das sie beim Zusammentreffen erhalten haben, mutiert die Gasmasse in einer sehr dünne Scheibe, mit einer Kugel aus der ersten Sternengeneration, die NICHT ROTIERT. Dort gibt es kugelförmige Cluster mit 100.000 Sternen, die die „fossile Galaxie“ bilden.

Kugel ohne Rotation

Rotierende Gasscheibe

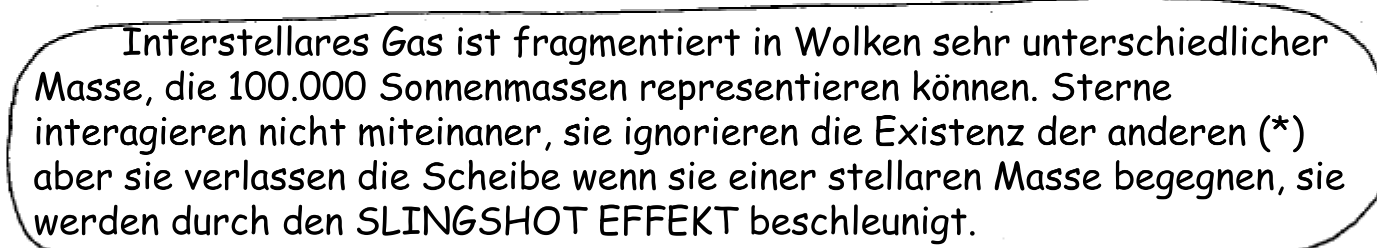
Die radioaktive Abkühlung destabilisiert die Gasmasse und ermöglicht die Geburt von Sternen der zweiten Generation durch gravitationelle Instabilität.



Die Dicke der Gasscheibe bleibt konstant, weil die UV-Strahlung, die von den jungen Sternen emmitiert wird, es wieder aufheizt und hindert es dick zu werden. Man kann die Geometrie einer solchen Galaxie mit einer CD-ROM vergleichen.

Mit anderen Worten, diese Galaxien wirken wie ein Spülkasten: Wenn die Temperatur das Gases fällt, so entstehen neue Sterne, die es wieder aufheizen.

Da ist was, was ich nicht verstehe: Spiralgalaxien, wenn wir sie seitlich betrachten, sehen nicht so flach aus – und wir können die Grenze der beiden Sternenansammlungen nicht sehen, die des Lichthofs und die der Scheibe.



Das interstellare Medium ist ebenso vergänglich wie Cumuluswolken an einem sonnigen Tag. Ständige die Supernova-Explosionen verteilen das Gas in einem Umkreis von über hundert Lichtjahren, eine Unordnung kreierend als ob Feuerwerkskörper unter einer Decke explodierten. Kaum das ein Sturm vorbei ist, wird sich der nächste an einer anderen Stelle durch Gravitationsinstabilität bilden.

Ganz langsam, die Milchstraße? Machst du Witze?



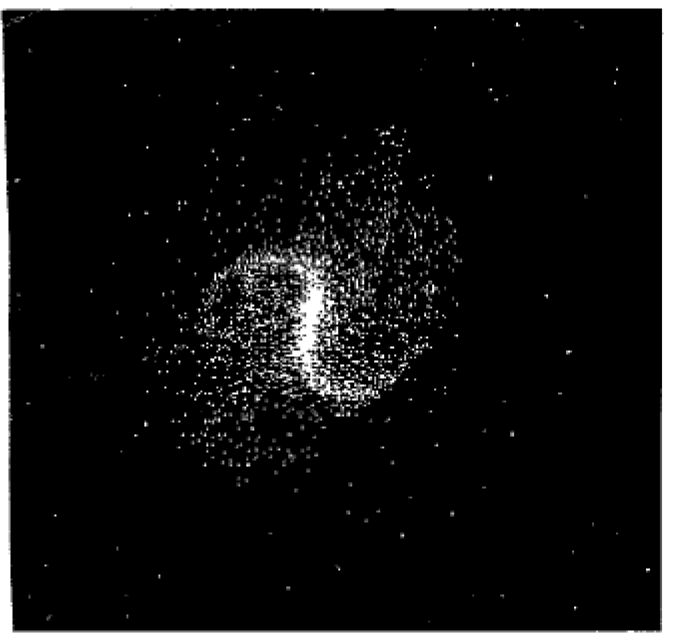
(*) Enge Begegnungen zwischen Sternen sind ungefähr so häufig wie das Treffen von zwei Ameisen in ganz Frankreich.

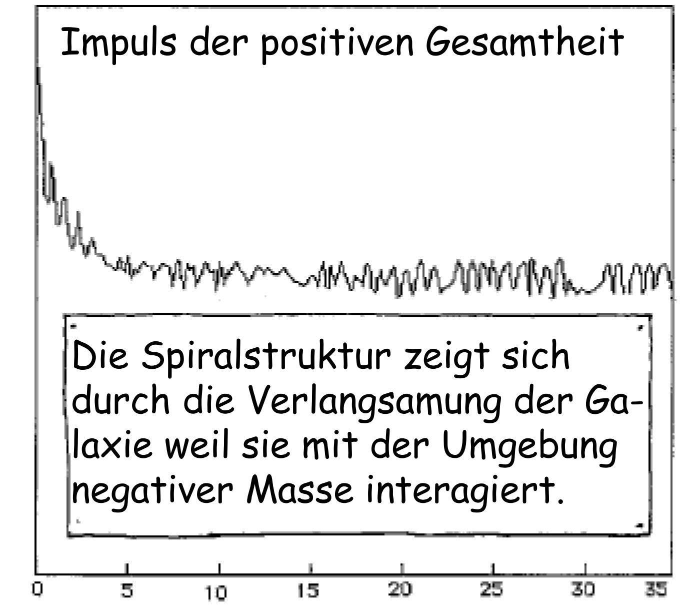
SPIRALSTRUKTUR



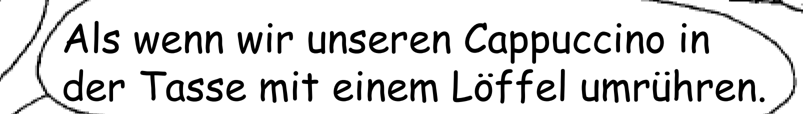
Aber dieser Ansatz ist einen Sitz in der Pariser Akademie der Wissenschaften wert.

2002, als ein Klumpen positiver Masse in einem Loch in der verteilten negativer Masse interagierte, wurde die plötzliche Schaffung einer Balkenspirale beobachtet, die 30 Rotationen lang stabil blieb. Aber lasst uns dieses Forschungsthema aufgeben im Angesicht der ablehnenden Konkurrenten.



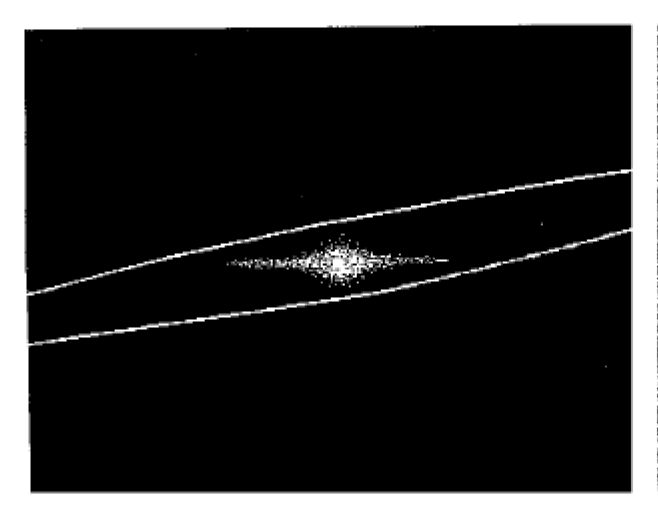


Die Idee ist hier sehr einfach = Die Galaxie, beschränkt in ihrem Gryerzer Käse Loch und dem drehbaren Inneren, ist dem Phänomen der DYNAMISCHEN REIBUNG ausgesetzt.

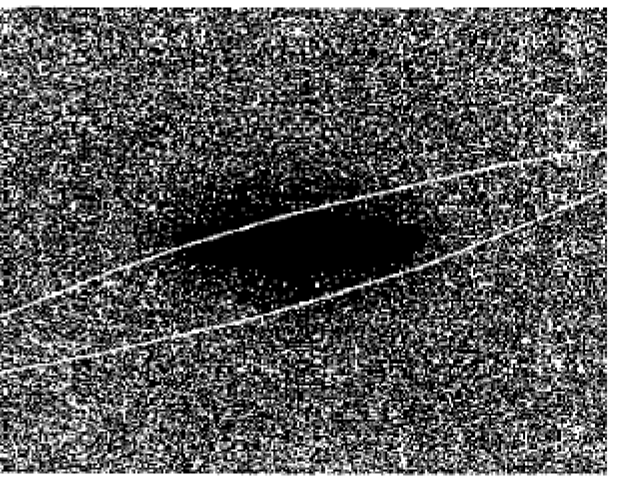


MYSTISCHE DUNKLE MATERIE

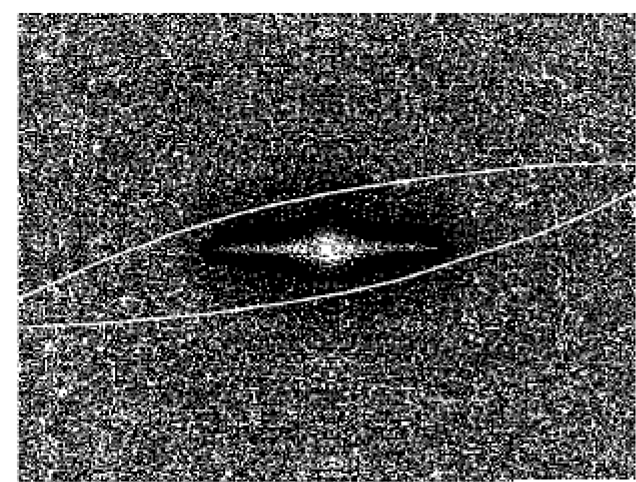




Gravitationslinseneffekt einer alleinstehenden Galaxie



Bündelung durch die Auswirkung negativer Masse



Die Kombination beider Effekte

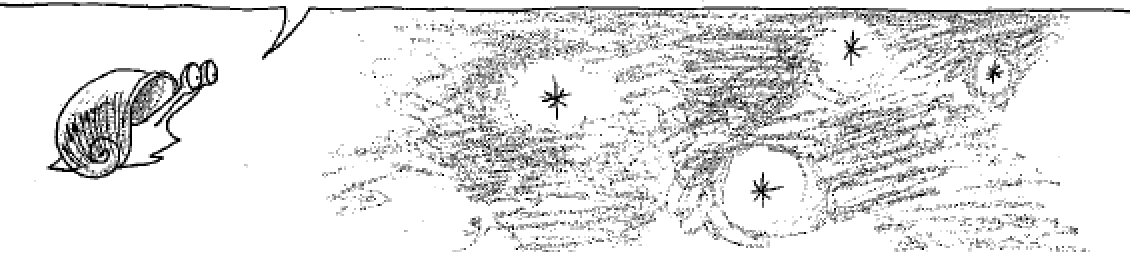




Verstehe ich das richtig, diese Materie negativen Masse übt einen Gegendruck auf verschiedenen Ebenen aus. Erstens sichert sie die Dauerhaftigkeit der große Strukturen des löchrigen Universums – dann erhält sich die Galaxien im Cluster – Auf kleinen Ebene begrenzt es die Galaxien. Aber kann es nicht auch in das Innere der Galaxien eindringen?

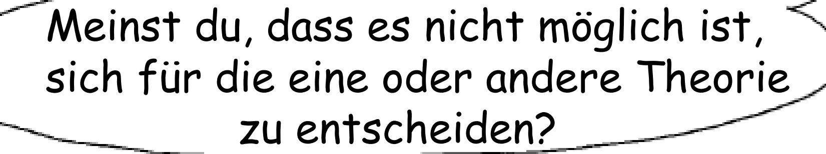
Ja, und wir finden es, mit sehr geringen Dichten zwischen Sternen.

Das ist witzig. Im großen Maßstab sieht die Materie aus wie ein Gryerzer Käse mit Ansammlungen negativer Masse in der Mitte der Löcher. Im kleinen Maßstab ist es umgekehrt. Es ist die negative Masse, die löchrig wird. Galaxien und in kleinerem Maßstab Sterne sitzen in den „Löchern".





OK, du hast eine ALTERNATIVE Interpretation dieses Phänomens gefunden. Persönlich ziehe ich das auf die DUNKLE MATERIE basierende vor.

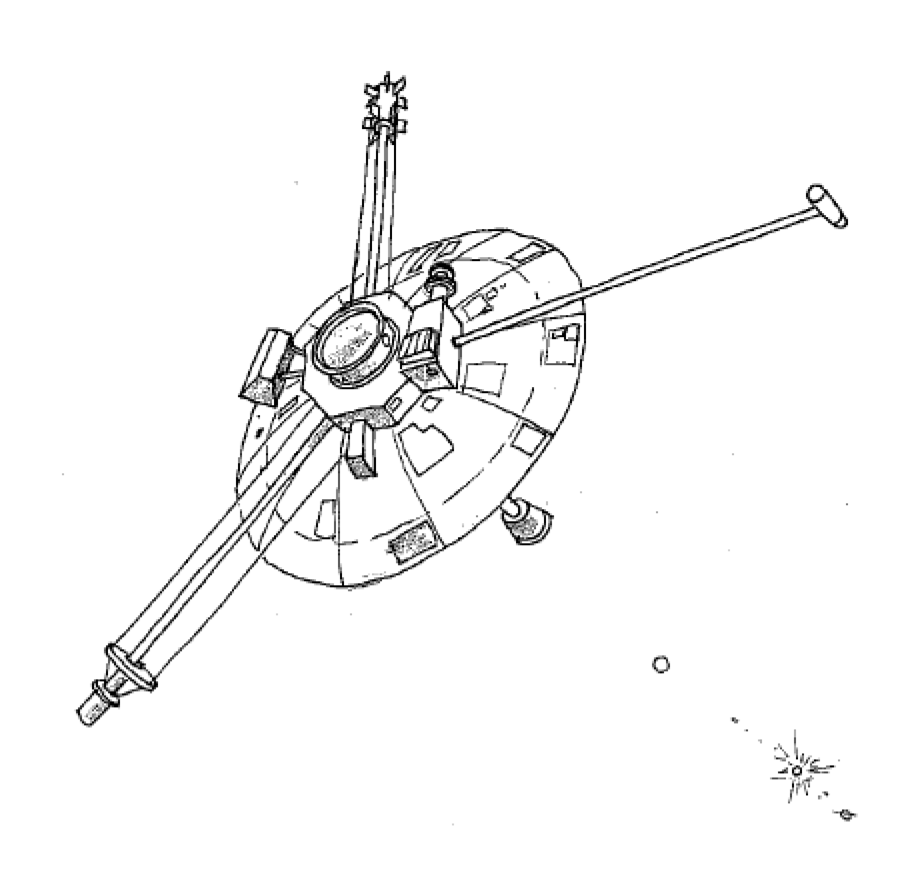


Man sollte daran denken, dass wir mit der Theorie zweier Materien gegensätzlicher Masse zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen, da wir auf eine Zutat verzichten können – DUNKLE ENERGIE



Im Idealfall findet man eine Beobachtung, die nur für die negative Masse, nicht aber für dunkle Materie gilt.

DER PIONEER-EFFEKT



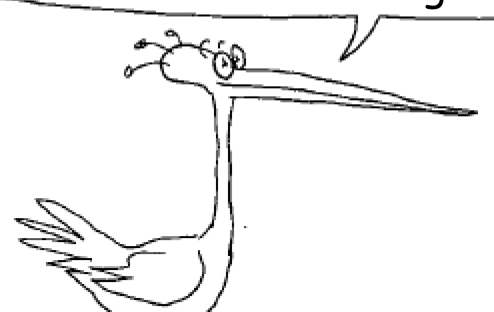
1972-73 startete die NASA zwei identische Sonden, PIONEER X und PIONEER XI. Durch den SLING EFFEKT beim Vorbeiflug an Jupiter kamen sie auf eine Geschwindigkeit, die es ihnen erlaubte, das Sonnensystem zu verlassen. Angetrieben durch einen nuklearen Generator waren sie in der Lage, Signale zurückzusenden und etwas ungewöhnliches wurde festgestellt: Die Sonden wurden verzögert, extrem wenig, aber feststellbar. Alles wurde untersucht, auch die Tatsache, dass das Sonnensystem naher der Sonne eine bestimmte Menge DUNKLER MATERIE enthält.

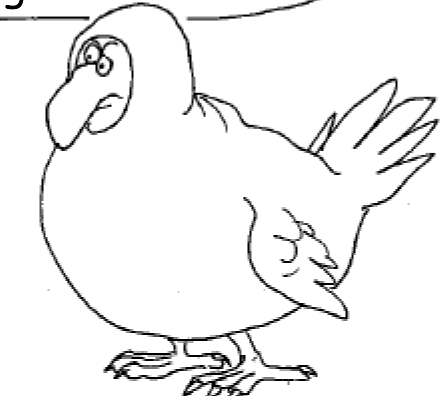
Zum ersten Mal hat die allumfassende Erklärung nicht gewirkt.



Das Sonnensystem funktioniert wie eine präzise Mechanik, regiert von Newtons Gesetz. Im Laufe der Zeit waren wir in der Lage, die Position der nahen Planeten auf 20 Meter genau zu bestimmen, zu jedem Zeitpunkt. Solch eine Präzision schließt eine Modifikation der zentralen Masse aus, die die Bewegungen der Planeten mit mehr als hundertausend Sonnenmassen bestimmt. Aber um die beobachteten Beschleunigungen zu erklären, würde die Menge an dunkler Materie, die man hinzufügen müßte, dieses im eine Vielfaches übersteigen. Daher müssen wir woanders nach dem Grund suchen. Gerade (2008) versucht man, das Newtonsche Gesetz (empirisch) zu modifizieren (MOND oder MOdified Newton Dynamics *). Dies führt uns zu einer erneuten Überprüfung der Allgemeinen Relativität. Aber, darüber hinaus, passen die Anpassungen, die nötig sind, um die entfernten Verlangsamungen zu erklären, nicht mit der Dynamik der Sonne in geringen Distanzen zusammen (bzgl. Terrestrischer Planeten).

(*) Alle anderen physikalischen oder technischen Ursachen wurden erkannt und konnten ausgeschlossen werden.


Also ist die Hypothese der „Dunklen Materie" nicht geeignet, das unvermeidbare Geheimnis zu lösen, das das UNANFECHTBARE Phänomen gebracht hat und das die Sonden PIONEER X und PIONEER XI gezeigt haben.




Alles was bleibt ist dieses Phänomen der ABSTOSSENDEN Kraft kleiner Mengen negativer Masse nahe der Sonne zuzuschreiben.


Was soll es dann?


Die „Tischtennisbälle" heben die Oberfläche, auf der sich die Sonden bewegen, ganz leicht an. Die „Oberfläche" wird somit ein bißchen steiler.


Masse der Sonne


Negative Massen
Das ist die EINZIGE vernünftige Erklärung überhaupt.

Das Bi-METRISCHE UNIVERSUM

schau dir meine Veröffentlichungen an:

J.P. Petit: **The missing mass problem. Il Novo Climento B**, July 1994 Vol 109, pp. 697-708

J.P. Petit: **Twin Universe Cosmology. Astronomy and Sp.Sc.** 1995, 226, pp. 273-307

Bigravity as an interpretation of cosmic acceleration. J.P. Petit & G.D´Agostini Dec. 2007 *http://arxiv.org/abs/0712.0067*

Bigravity: A bimetric model of the universe. Exact nonlinear solutions. Positive and negative gravitational lensings.
J.P. Petit & G.D´Agostini Jan. 10, 2008 *http://arxiv.org/abs/0801.1477*

Bigravity: A bimetric model of the Universe with variable constants, including the speed of light.
J.P. Petit & G.D´Agostini May 9th 2008 *http://arxiv.org/abs/0803.1362*

Five-dimensional bigravity: New topological description of the Universe.
J.P. Petit & G.D´Agostini May 9th 2008 *http://arxiv.org/abs/0805.1423*

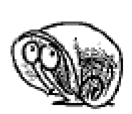
A Bi-Metric Theory with Exchange Symmetry

Physical Review July 2008

S. Hossenfelder*
Perimeter Institute for Theoretical Physics
31 Caroline St. N, Waterloo Ontario, N2L 2Y5, Canada
(Dated: July 17, 2008)

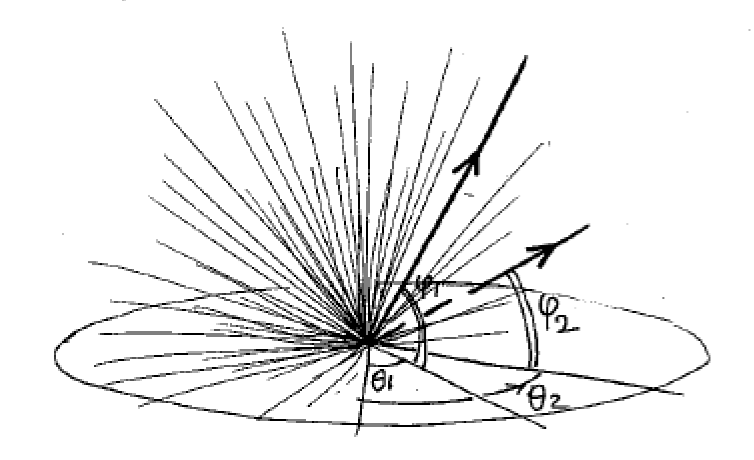
We propose an extension of General Relativity with two different metrics. To each metric we define a Levi-Cevita connection and a curvature tensor. We then consider two types of fields, each of which moves according to one of the metrics and its connection. To obtain the field equations for the second metric we impose an exchange symmetry on the action. As a consequence of this ansatz, additional source terms for Einstein's field equations are generated. We discuss the properties of these additional fields, and consider the examples of the Schwarzschild solution, and the Friedmann-Robertson-Walker metric.

Die Welt der Wissenschaft ist gepflaster mit Geschichten wie dieser. Das Kapitel ist abgeschlossen, lass uns weitermachen ...



DAS HÖHLENGLEICHNIS

Während des 4.Jahrhunderts entwickelte der griechische Philosoph Plato die Idee, dass ein Mensch die Erfahrung der Welt hat, die vergleichbar ist mit den tanzenden Schatten auf der Wand der Höhle, in der er lebt, darin gefangen und sich der wahren Natur der Dinge ausserhalb der Höhle nicht bewusst. Mit dem Aufkommen der Relativitätstheorie kam der Mythos wieder. In Wirklichkeit haben wir gesagt, dass die Revolution zu Beginn des Jahrhunderts darin bestand, das Phänomen der RAUM-ZEIT-HYPEROBERFLÄCHE zu entwickeln. Lasst es uns an einem Bild erläutern: Jeder kennt das Licht, das von einem Bündel aus Fiberglas-Stäben ausgeht, jeder Stab zeigt in eine Richtung, die man durch zwei WINKEL beschreiben kann, dem Azimut θ und dem Elevationswinkel φ. Es ist das Bild eines VOR-METRISCHEN RAUMES wo das Konzept der Distanz keine Bedeutung hat, da zwei Fiberglasstäbe sich nur durch die zwei Winkel unterscheiden.



Geodäte

Stell dir ein Bümdel von solchen Fiberglasstäben vor, dicht gepackt. Einige senden Licht aus, andere nicht. Durch Projektion dieser Lichter, eventuell in unterschiedlichen Farben, auf einen Kugelbildschirm würden wir ein klassisches PLANETARIUM bauen. Wir können auch die DISTANZ ZWISCHEN ZWEI DIESER BILDER auf dem Schirm durch GEODÄTEN messen.

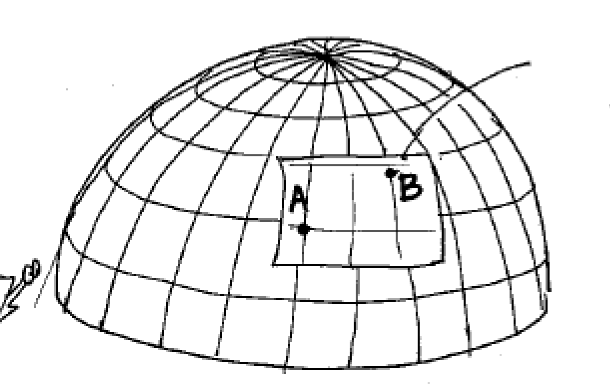
A B

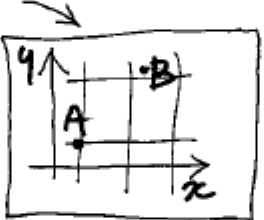
Wir verfolgen eine Geodäte, indem wir ein Maßband darauf legen.

R

Die Länge der Geodäte $\hat{AB}$ ist proportional zum Radius R des spherischen Schirms des Planetariums. Wir nennen diese Größe R „Raum-Skalierungs-Faktor“ oder „gauge“ (*)

Danach können wir den Schirm mit einem Raster aus zwei verschiedenen Kurven aufteilen, die wir KOORDINATEN nennen.





(*) Die Terminologie variiert von Author zu Author: Space Scale factor, gauge, warp, etc.

BIMETRIK

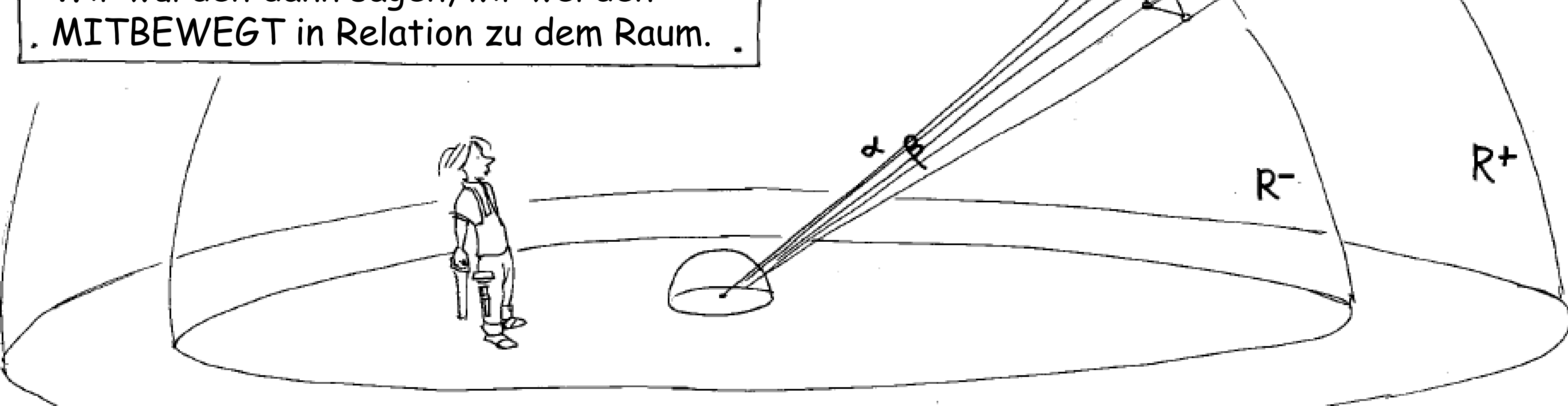
Es ist klar, dass der richtige Weg eine POSITION in diesem Raum zu beschreiben, keine Angabe von zwei Längen (x, y) ist, sondern die Angabe zweier Winkel (θ, φ) . Dies wird um so mehr klar, wenn sich der Schirm aufbläht, wenn sich das Planetarium in Expansion befindet. Dann wird zum Beipsiel: "unbeweglich sein" in diesem Raum übersetzt mit:

θ = konstant

φ = konstant

Wir würden dann sagen, wir werden MITBEWEGT in Relation zu dem Raum.

Lass uns nun vorstellen, dieses Ensemble von Positionen von Stellen nicht nur auf EINEN Schirm, sondern auf ZWEI Schirme zu projizieren.



Wir hätten also zwei verschiedene Wege, die Distanz, die die beiden Punkte $\widehat{A^+B^+}$ $\widehat{A^-B^-}$ des Bildes der gleichen „Lichtstrahlen" α unc β trennt, zu MESSEN, abhängig vom gewählten Schirm.

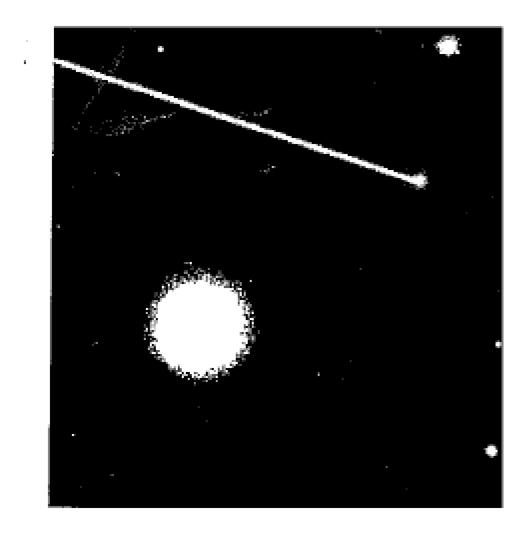
$(\text{Plato})^2$ oder DAS ZWILLINGSUNIVERSUM

Dieses BIMETRISCHE Konzept des Universums repräsentiert einen PARADIGMEN-WECHSEL, der extrem schwer vorzustellen ist. Es geht zurück auf Platons Brief, mit einer darunter liegenden NICHT-METRISCHEN Strukturen, wo die unterschiedlichen Orte α und β (die „Fiberglasstäbe") mit Hilfe von Winkeln $(\theta_\alpha, \varphi_\alpha)$ und $(\theta_\beta, \varphi_\beta)$ bestimmt werden. Dieses Projektionssystem - das Planetarium - wird auf zwei Oberflächen projiziert (Blätter, Äste, alles Mögliche), deren Skalierungsfaktoren R^+ und R^- sehr unterschiedlich sein können - einschließlich von „einer Stelle zur anderen". Für Mathematiker ist es vollkommen natürlich, einer zugrundeliegenden Struktur, bei der die Positionen durch Winkel, genannt Mannigfaltigkeiten, gegeben sind, mehrere Blätter zugeordnet werden, deren WARP FAKTOREN total unterschiedlich sein können - wenn diese 4D HYPER-SPHÄREN MINKOWSKI-RÄUME sind, können sich Objekte nicht schneller als das Licht bewegen, wenn man den Raum mit betrachtet. Aber diese Geschwindigkeiten können sehr unterschiedlich sein (zum Beispiel $C^- \gg C^+$). Natürlich stellen wir uns vor, dass Objekte der Masse m^+ (vorher bezeichnet mit m) und Objekte der Masse m^- sowie der Energie E^- (vorher bestimmt durch $\overline{m}$ und $\overline{E}$) die Routen $\widehat{A^+B^+}$ sowie $\widehat{A^-B^-}$ nehmen, die durch verschiedene BLÄTTERN oder ÄSTE beschrieben werden, können wir als ZWILLIUNGS-UNIVERSEN U^+ und U^- betrachten, die in der Tat nur ein ZWILLINGSUNIVERSUM U darstellen. Dieses ZWEITE UNIVERSUM ist nirgendwo anders, genauso wie Partikel mit negativer Energie nirgens ANDERS sind. Objekte entgegengesetzter Masse werden in einem gemeinsamen Universum zusammengefasst, wo sie nur durch die Gravitationskraft miteinander interagieren.

Eine INTERSTELLARE REISE wäre daher nicht unmöglich und könnte durch Nutzen der Kooridore des ZWILLINGSUNIVERSUMS erreicht werden, die eine höhere Lichtgeschwindigkeit C^- aufweisen. Ein Fahrzeug, dessen Masse invertiert wurde, wäre

- unsichtbar
- würde durch die Masse der Erde abgestoßen

Durch wechselnde Anwesenheit durch das Phänomen der Quantennatur in den zwei Zwillingsuniversen würde es in dem einen fallen und in dem anderen steigen. Der schnelle Wechsel dieser zwei Sequenzen würde für einen Beobachter positiver Masse den Eindruck der Unbeweglichkeit, also ANTIGRAVITATION ergeben.

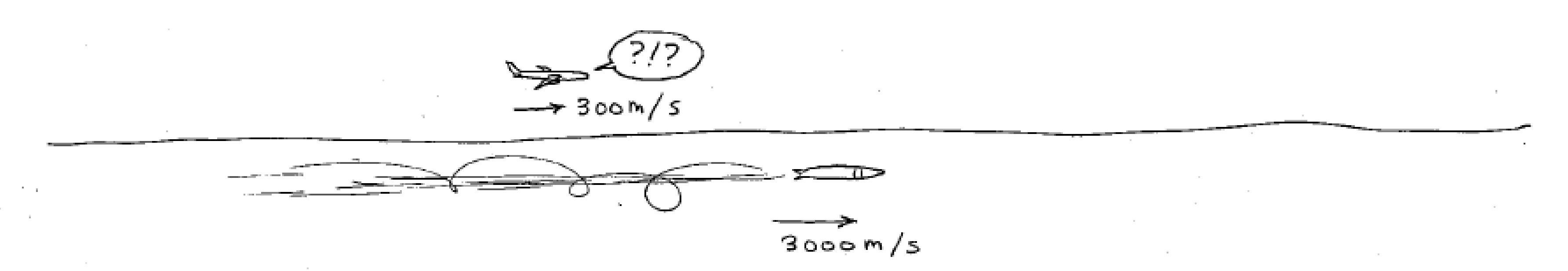


Und heute, als sie dieses als nicht-unmöglich ansehen, stellen sich Wissenschaftler vor, interstellare Reise durch Wurmlöcher und hyperspherische Tunnel zu bewerkstelligen. Aber dabei ist noch nichts herausgekommen.

Yep!

INTERSTELLARE REISE

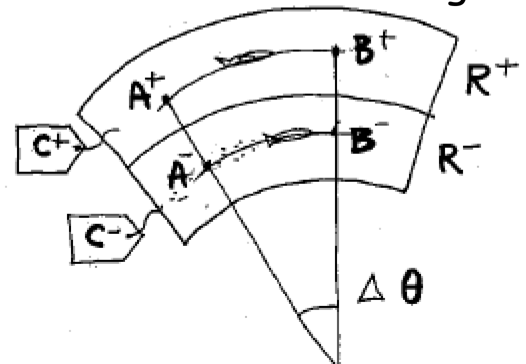
Im Laufe der Zeit haben Astronomen eingesehen, dass nicht alles optisch beobachtbar und fassbar ist - die Idee wurde geboren, rein spekulativ (in der Wissenschaft werden viele Fragen durch die Erschaffung simpler Worte beantwortet), dass es hypothetische Partikel geben kann, die „mit unserer Materie nur sehr schwach interagieren“ (*). Danach konnte man sich Partikel vorstellen, die mit unserer Materie nur durch die GRAVITATIONSKRAFT interagieren. Ein Raumschiff aus negativer Masse kann mit einer Geschwindigkeit von ein paar dutzend km/sec unsere Erde von einer Seite zur anderen durchfliegen, ebenso die Sonne, wenn es nicht gestört wird und die Geschwindigkeit ausreicht, um das Schwerefeld der Sonne zu überwinden. Da das eine Frage des Reisens mit offensichtlicher Unterlichtgeschwindigkeit ist, können wir das durch folgendes Bild veranschaulichen: In einer „doppelten“ Welt ist Überschallgeschwindigkeit unmöglich. Aber um von einem Ort zum anderen zu kommen sind zwei Wege möglich: Durch die Luft mit einer Geschwindigkeit von weniger als 340m/sec oder unter Wasser mit weniger als der Schallgeschwindigkeit, was hier eine 10 mal höhere Geschwindigkeit bedeutet.



(*) Wir nennen sie WIMPS (weakly interacting massive particles)

Der Gulliver Effekt

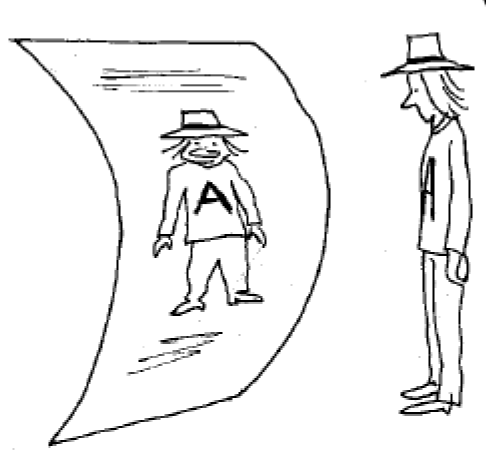
Da es eine Frage der Verkürzung der zu bewältigenden Distanz ist, können wir uns vorstellen, dass die Distanz nur winkelbasiert ist und bedingt ist durch zwei verschiedene Repräsentationen, dargestellt durch zwei sehr unterschiedliche Skalierungsfaktoren (WARP FAKTOREN), R^+ und R^-, diese räumlichen Repräsentationen sind verbunden mit sehr unterschiedlichen Lichtgechwinditkeiten C^+ und C^-.



$$\begin{cases} R^+ \gg R^- \\ c^+ \ll c^- \end{cases}$$

Wir gewinnen also auf beiden Wegen: in der „negativen Welt“: geringere Distanz, also sind wir schneller.





Die Distanzen sind auch kürzer hinter einem konkaven Spiegel. Alles was ich tun muss, ist, „auf die andere Seite des Spiegels“ zu gelangen

Wir verlieren gerade die Geschichte, sie sieht immer mehr so aus wie ALICE HINTER DEN SPIEGELN. Das ist komplette Fiction.

Es ist aber trotzdem amüsant.

Aber die heutige Wissenschaft ist die Fiction von gestern - ein Jahrhundert früher war die Umwandlung von Materie in Energie nach dem Gesetz $E=mc^2$ reine Fiktion.

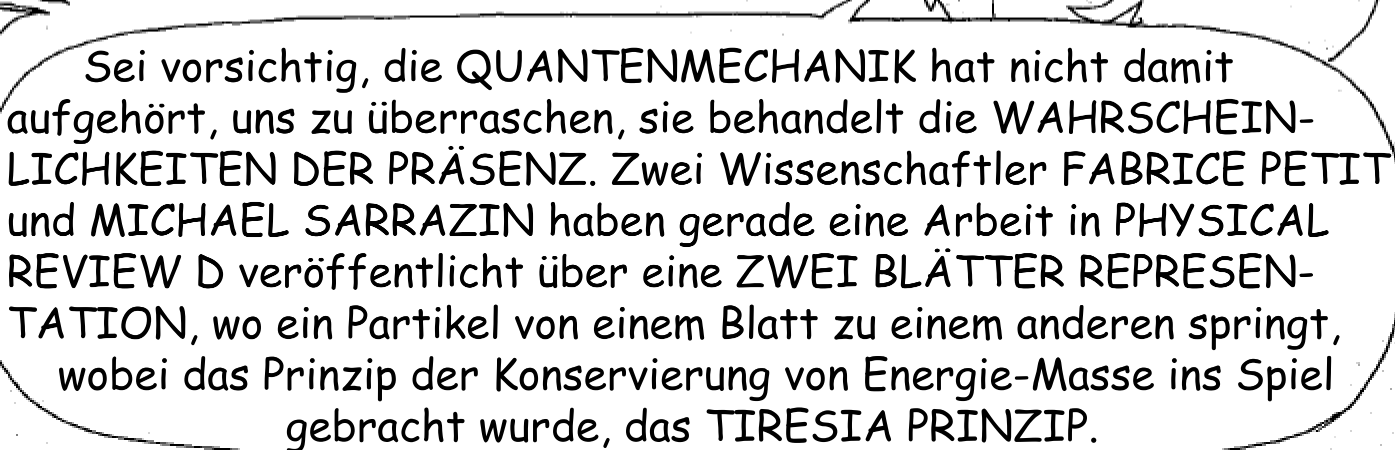
Wir hätten damals gesagt, dass es unmöglich ist, weil dadurch das GESETZ DER ERHALTUNG DER MASSE verletzt ist.

Das Gesetz besagt nichts Anderes als das PRINZIP DER ERHALTUNG VON ENGERGIE MATERIE.

Für diese „Zwillings“ Vision schlage ich ein neues Prinzip vor: vom einem Blatt zum anderen wird die ENERGIE-MATERIE KONSERVIERT.




Oh meine liebe Tiresia. wir spielen ein Spiel: ACHTUNG, EIN PRINZIP KANN EIN ANDERES VERSTECKEN, und in diesem Spiel fürchtest du niemanden.


Sei vorsichtig, die QUANTENMECHANIK hat nicht damit aufgehört, uns zu überraschen, sie behandelt die WAHRSCHEINLICHKEITEN DER PRÄSENZ. Zwei Wissenschaftler FABRICE PETIT und MICHAEL SARRAZIN haben gerade eine Arbeit in PHYSICAL REVIEW D veröffentlicht über eine ZWEI BLÄTTER REPRESENTATION, wo ein Partikel von einem Blatt zu einem anderen springt, wobei das Prinzip der Konservierung von Energie-Masse ins Spiel gebracht wurde, das TIRESIA PRINZIP.


Und sie denken schon daran, Experimente mit moderaten Energien durchzuführen.
Die SCHRANKE DES LICHTS ist die Berliner Mauer de heutigen Wissenschaft, der Physik westlich des Pecos.
Aber dann steht die Fiktion vor unserer Tür - kannst du dir vorstellen, was das alles bedeutet?

PHYSIK WESTLICH DES PECOS

Plausible "faster-than-light" displacements in a two-sheeted spacetime

Fabrice Petit[1,*] and Michaël Sarrazin[2,†]
[1]Belgian Ceramic Research Centre,
4 avenue du gouverneur Cornez, B-7000 Mons, Belgium
[2]Laboratoire de Physique du Solide, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix,
61 rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgium

In this paper, we explore the implications of a two-point discretization of an extra-dimension in a five-dimensional quantum setup. We adopt a pragmatic attitude by considering the dynamics of spin-half particles through the simplest possible extension of the existing Dirac and Pauli equations. It is shown that the benefit of this approach is to predict new physical phenomena while maintaining the number of constitutive hypothesis at minimum. As the most striking feature of the model, we demonstrate the possibility of fermionic matter oscillations between the two four-dimensional sections and hyper-fast displacements in case of asymmetric warping (without conflicting special relativity). This result, similar to previous reported ones in brane-world theories, is completely original as it is derived by using quantum mechanics only without recourse to general relativity and bulk geodesics calculation. The model allows causal contact between normally disconnected regions. If it proves to be physically founded, its practical aspects could have deep implications for the search of extra-dimensions.

PACS numbers: 11.10.Kk, 04.62.+v, 11.25.Wx



1. arXiv:0809.2060 [ps, pdf, other]
Probing braneworlds through artificial matter exchange between branes: experimental setups for neutron and helium-3 disappearance
Michael Sarrazin, Fabrice Petit , submitted

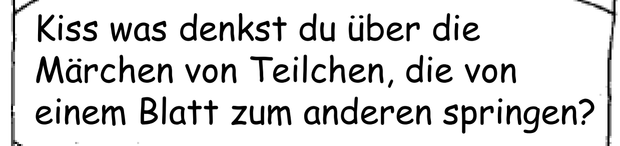
2. arXiv:0706.4025 [ps, pdf, other]
Plausible "faster-than-light" displacements in a two-sheeted spacetime
Fabrice Petit, Michael Sarrazin. Accepted for publication in Phys. Rev. D76,(2007
Journal-ref: Phys. Rev. D 76, 085005 (2007)

3. arXiv:hep-th/0603194 [ps, pdf, other]
Matter localization and resonant deconfinement in a two-sheeted spacetime
Michael Sarrazin, Fabrice Petit . Accepted for publication in Int. J. of Modern Physics A 22 (2007) 2629-2641

4. arXiv:hep-th/0505014 [ps, pdf, other]
Artificially induced positronium oscillations in a two-sheeted spacetime: consequences on the observed decay processes
Michael Sarrazin, Fabrice Petit . Accepted for publication in Int. J. of Modern Physics A 21 (2006) 6303-6314

5. arXiv:hep-th/0409084 [ps, pdf, other]
Quantum dynamics of massive particles in a non-commutative two-sheeted space-time
Fabrice Petit, Michael Sarrazin. Accepted for publication in Physics Letters B 612

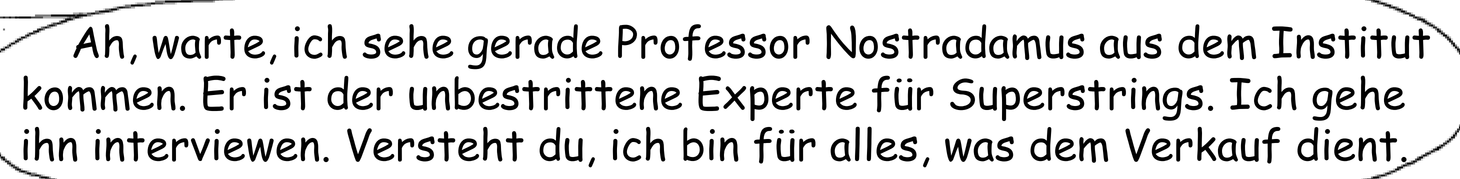
6. arXiv:hep-th/0409083 [ps, pdf, other]
Quantum dynamics of particles in a discrete two-branes world model: Can matter particles exchange occur between branes?
Michael Sarrazin, Fabrice Petit. Published in Acta Physica Polonica B (2005)
Journal-ref: Acta Phys.Polon. B36 (2005) 1933-1950


Kiss was denkst du über die Märchen von Teilchen, die von einem Blatt zum anderen springen?

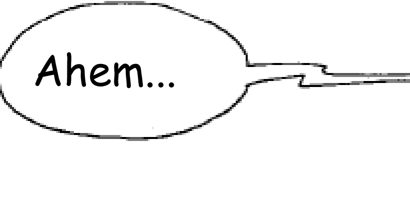

Es hängt alles vom Konsens ab, mein lieber Handshic. Wenn ein großer Konsens da ist, wir der Main Stream folgen.

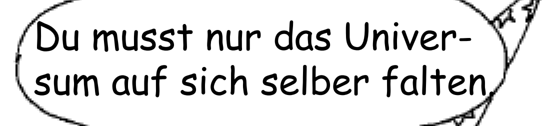

Wenn sich das Wetter ändert, ändern wir uns auch.
Was ist das Ding auf deinem Kopf?


Es erlaubt uns, dieWindrichtung der Wissenschaft zu sehen.
Aber...hast du keine Meinung?


Eine Meinung? Und was kommt als nächstes? Als ob das Leben nicht schon kompliziert genug wäre.
Ah, warte, ich sehe gerade Professor Nostradamus aus dem Institut kommen. Er ist der unbestrittene Experte für Superstrings. Ich gehe ihn interviewen. Versteht du, ich bin für alles, was dem Verkauf dient.

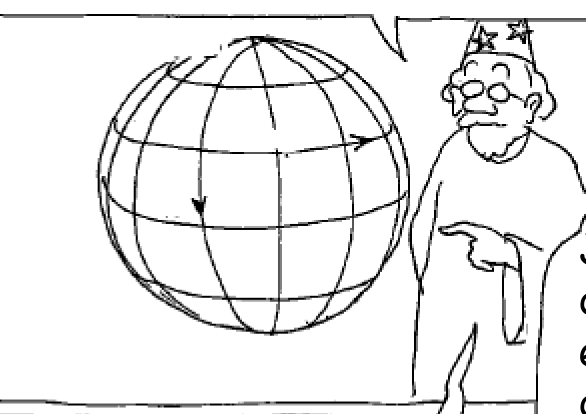

Guter alter Harvey Kiss,mit der Rezension des Main Streams unter dem Arm, seiner Schuhputz-maschine und nun der Hut, ich könnte mich totlachen
Ok, lasst uns rekapitulieren. Wir leben in einer doppelten Welt, die mit gegensätzlichen Massen und Energien gefüllt ist. Der Meister der Gruppen sagt: Es ist ganz normal. Das ist nur, weil sie sich in der Zeit zurückbewegen. Und darüber hinaus verändert sich die Distanz zwischen zwei Punkten in verschiedenen Universen, je nachdem, ob sie auf positiver oder negativer Masse aufgebaut sind. Ich gestehe, ich verstehe nichts mehr.


Ahem...
Wie bilden wir die Regionen mit ent-gegengesetzten Zeitpfeilen und wo die Methoden zum Messen von Strecken auch unterschiedlich sind?





Starte mit einem Raum Zeit Modell mit einem URKNALL, einem BIG CRUNCH und einer Situation maximaler Ausdehnung die du im 2D mit Hilfe einer einfachen Kugel darstellen kannst.

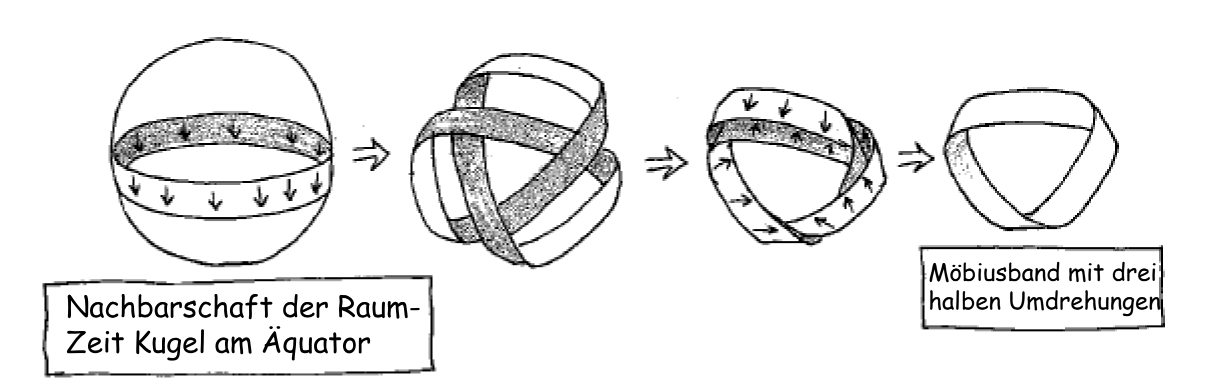


Ja, die Zeit folgt den Meridianen und der Raum, nur mit einer Dimension, wird gezeigt durch einen parallelen Kreis der bei null startet, am URKNALL Pol, wächst bis zu Äquator und kollabiert dann bis zum BIG CRUNCH Pol.

Du weißt, dass du jeden Punkt in dieser Raum-Zeit mit seinem Raum-zeitlichen Antipoden zusammentreffen kann. (Der entgegengestzte Punkt auf der Kugel und das Resultat ist eine Boy Oberfläche. Das wird alles im Album TOPOLOGIKON erklärt (*).

 Schau da nach, wir können hier nicht alles erklären.

Wenn wir zurückgehen von Seite 71 zu Seite 43, können uns vier Animationen helfen, die Faltung nahe dem Äquator zu verstehen, die, wenn gegenüberliegende Punkte zusammentreffen, zeigt wie die Regionen mit entgegengesetzten Zeitpfeilen eine ZWEI BLATT RAUM ZEIT formen.



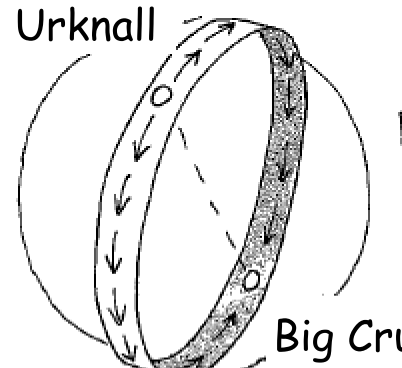
Der Raum nahe des Äquators ist konfiguriert wie die Beschichtung eines Möbiusbandes mit drei halben Umdrehungen. Aber diese Operation ist nicht einfach, da drei Ebenen überkreuzt werden müssen, wie man in der Figur auf Seite 59 sieht.

Du siehst aber auch ein, dass das für NORMALE Individuen nicht wirklich offensichtlich ist.

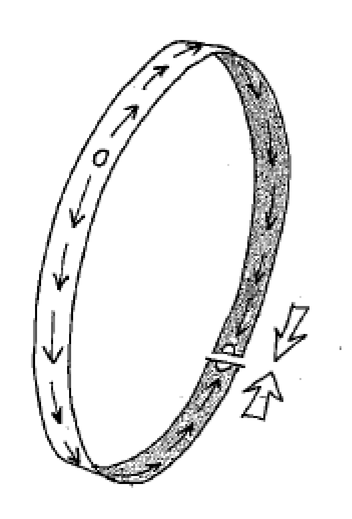
Schnell, eine Aspirin.

Bleb..

Um zu zeigen, wie die Raum-Zeit Kugel auf sich selber gefaltet wird, wobei ein Punkt mit seinem Gegenpart zusammengebracht wird und zur gleichen Zeit Regionen mit entgegengesetzten Zeit-Pfeilen von Angesicht zu Angesicht gegenüber stehen, gehen wir anders vor. Dieses Mal starten wir nahe einem Meridian unserer Raum-.Zeit Kugel - basteln ein langes Stück Papier, 2cm breit und etwa 80cm lang, in die Mitte malen wir einen Kreis, der den URKNALL representiert und von einem Ende zum anderen die Zeit-Pfeile. An den beiden Enden zeichne zwei Halbkreise.



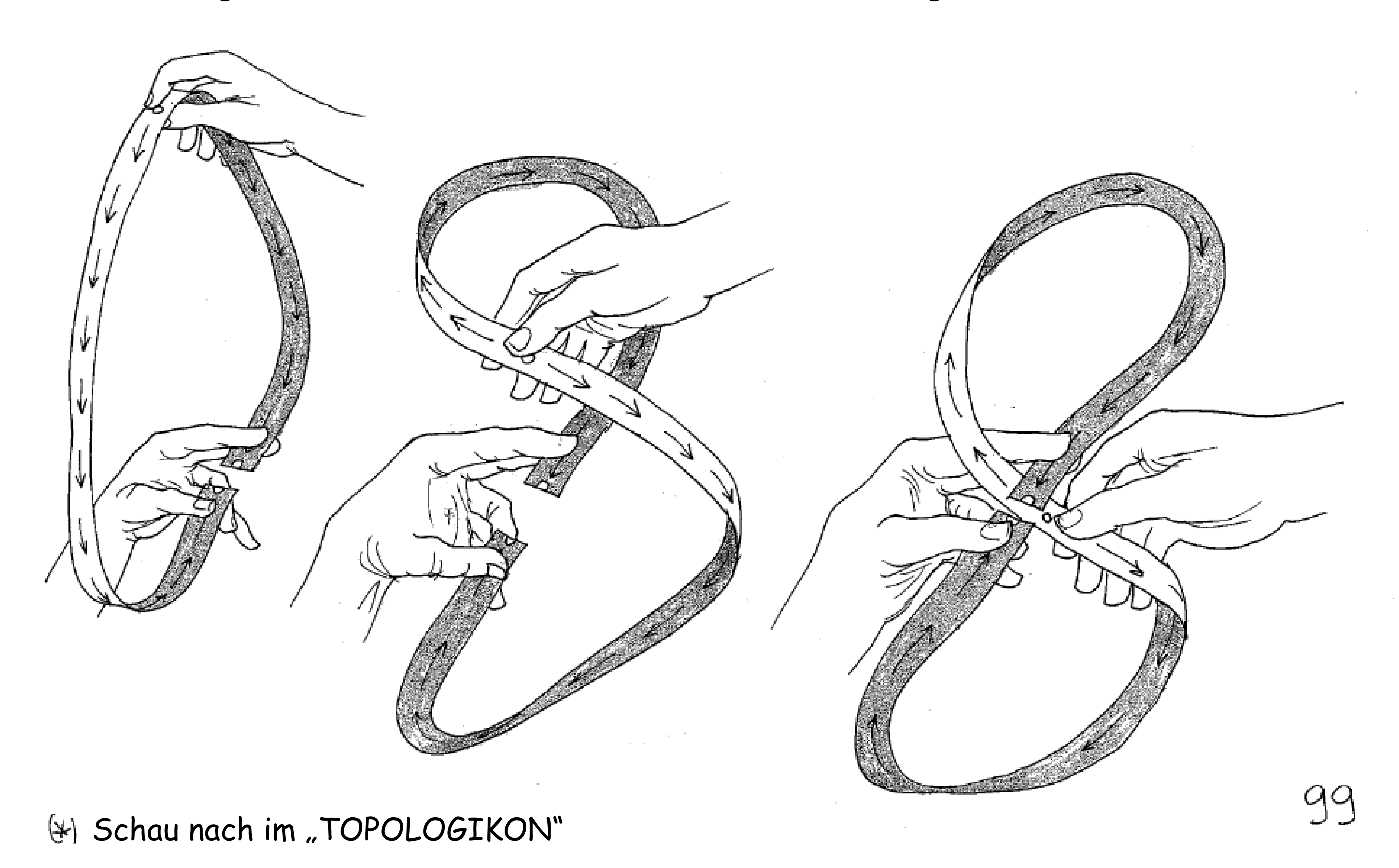
Zeichne die andere Seite genauso ein. Es ist fertig, wenn die beiden Enden zusammengeführt werden zu einer Linie, die wir UNVIERSUMS-LINIE nennen.



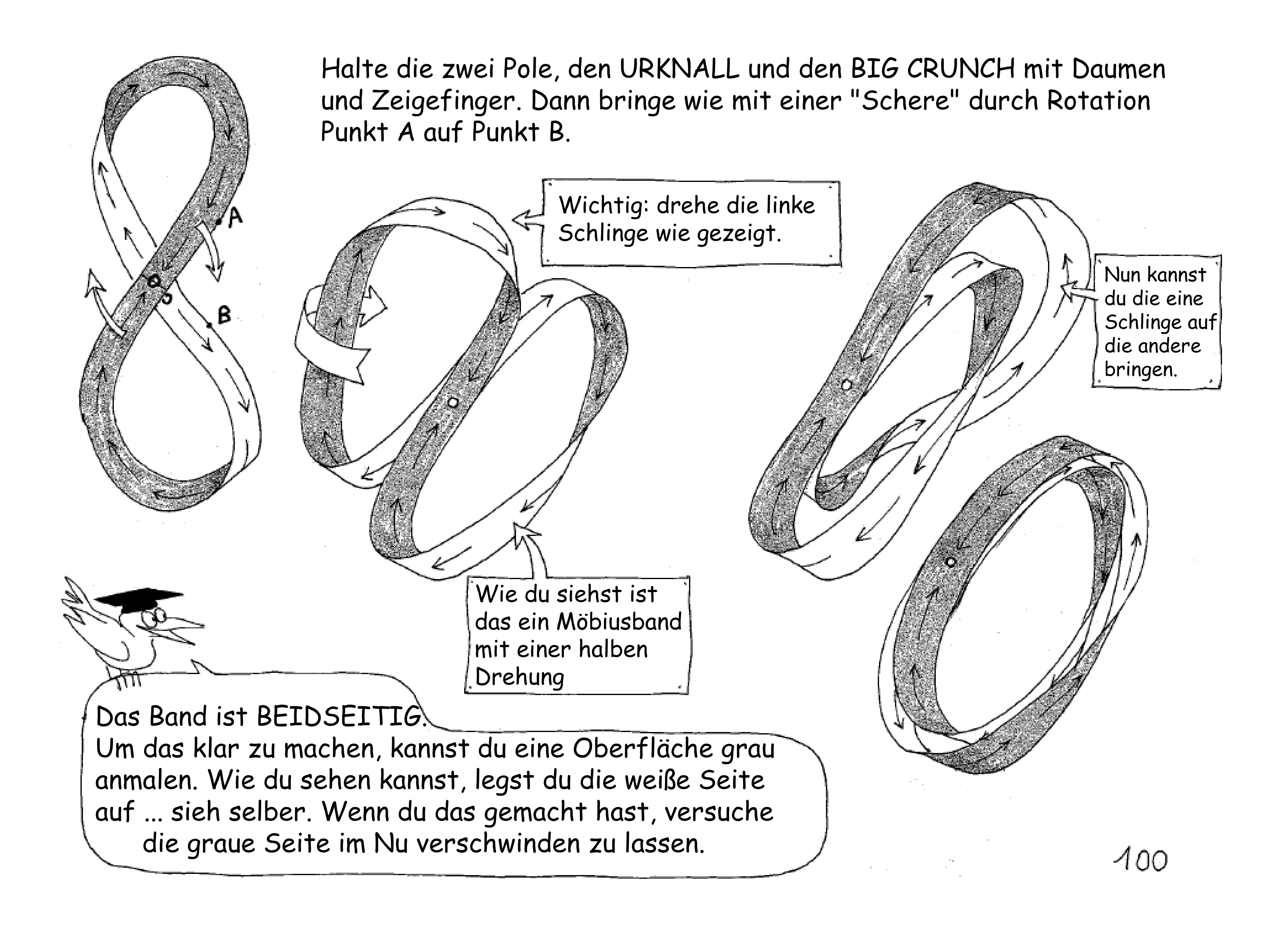


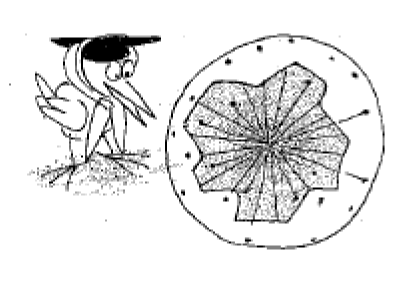
Vorsicht, da ist immer noch Zeit das Experiement zu unterbrechen, das unwiederrufliche synaptische Verbindungen in deinem Gehirn verursachen kann.

Die Faltung der Kugel bezüglich der zwei Blätter einer Boy Oberfläche (*) kann nicht ohne Aufschneiden der Oberfläche durchgeführt werden. Aus diesem Grund führen wir eine Überkreuzung durch, bevor wir die beiden Enden des beidseitigen Bandes zusammenkleben.

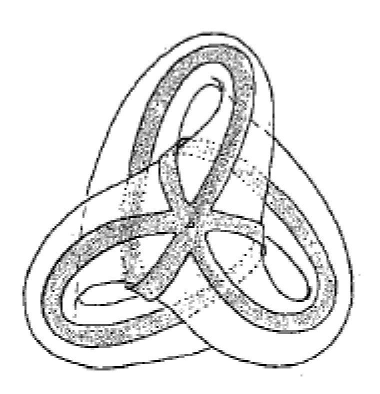


(*) Schau nach im „TOPOLOGIKON"


Halte die zwei Pole, den URKNALL und den BIG CRUNCH mit Daumen und Zeigefinger. Dann bringe wie mit einer "Schere" durch Rotation Punkt A auf Punkt B.
A
B
Wichtig: drehe die linke Schlinge wie gezeigt.
Nun kannst du die eine Schlinge auf die andere bringen.
Wie du siehst ist das ein Möbiusband mit einer halben Drehung
Das Band ist BEIDSEITIG. Um das klar zu machen, kannst du eine Oberfläche grau anmalen. Wie du sehen kannst, legst du die weiße Seite auf ... sieh selber. Wenn du das gemacht hast, versuche die graue Seite im Nu verschwinden zu lassen.



Wir haben das Thema der zusammentreffenden Punkte mit ihrem antipodischen Counterpart in DAS TOPOLOGIKON vor 13 Jahren behandelt. Da wurden die Meridiane der Kugel, die UNIVERSUM LINIEN der Kugel Raum-Zeit S2 „gefaltet" entsprechend den zwei Blättern.





Dann zeigt das gerade erstellte Objekt die Umkehrung des Zeitpfeils.

Was wir mit einer S2-Kugel machen können, können wir auch mit einer S4-Kugel (*).

NOTIZ: Wenn wir uns, anstatt den „Pol URKNALL" gegen den „Pol BIG CRUNCH" stellen, einen tubulären Durchgang vorstellen, durch Eliminierung der SINGULARITÄT, wird unserer Raum-Zeit torusförmig entsprechend der Ummantelung einer Klein´schen Flasche mit zwei Blättern, mit ungewöhnlichen Aspekten

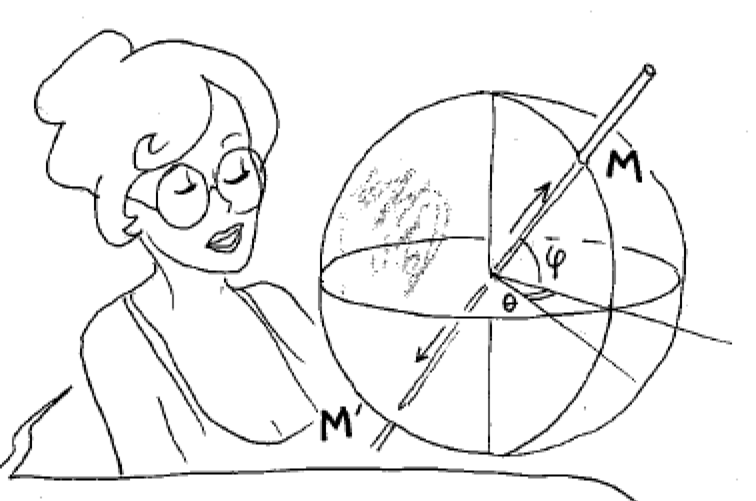


Mit anderen Worten: Dieses Zusammenspiel zwischen positiven und negativen Massen ist eine Konsequenz der topologischen Konfiguration des Universums.

(*) Eine hypersphärische Raum-Zeit, fest, „kompakt"

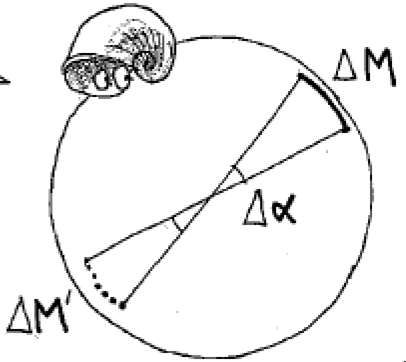


OK, ich kann mir vorstellen, dass diese Invertierung der Zeit (und der Masse) ein weiterer Fall eines geometrischen Ulks ist, aber was ist mit ENTFERNUNGEN?



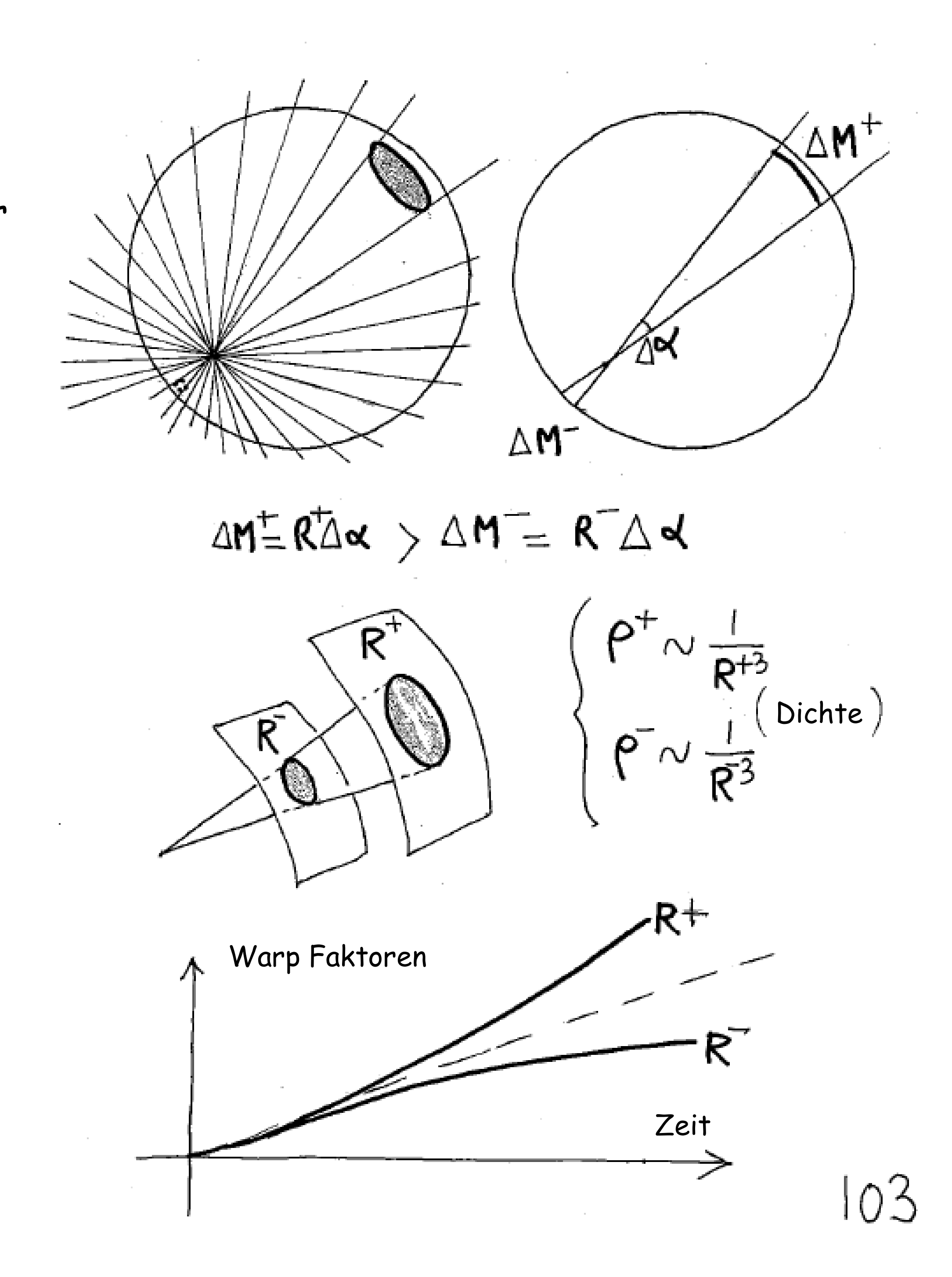
Wenn du die beiden antipodalen Regionen miteinander verbindest, ist es, als wenn du Fiberglasstäbe benutzt und sie an beiden Enden leuchten läßt. Jeder Stab wird bestimmt durch WINKEL-Koordinaten (θ,φ) . Dadurch wird nicht nur ein Punkt der Kugel bestimmt, sondern zwei antipodale Punkte M und M' .

Eine Verschiebung korrespondiert mit einer WINKEL-ÄNDERUNG $\Delta\alpha$ mit der zwei TRAJEKTORIEN ΔM und $\Delta M'$ verknüpft sind, wobei $\Delta M = R\Delta\alpha = \Delta M'$ ist, wenn das Bildschirm-projektionssystem im Zentrum der Kugel ist.



Wenn das Projektionssystem nicht im Zentrum ist, wird dieselbe Verschiebung $\Delta\alpha$ (ein Ort definiert durch Winkel) nicht mit derselben Distanz auf dem „Schirm negativer Masse“ korrespondieren. Das Phänomen, dass als Expansion wahrgenommen wird, ist in der Tat die Variation des Warp-Faktors R über die Zeit. Es wird nicht „gelebt“, das heißt GEMESSEN in den zwei Sub-Gruppen. Das System ist INSTABIL. Wenn der Warp-Faktor R^+ der positiven Massen schneller größer wird, als der Warp-Faktor R^- der negativen Massen, wird die Bewegung beschleunigt. Aber Lebewesen in der NEGAWELT würden verlangsamt (Kurve). Dieses Phänomen wird oft fälschlicherweise mit der „ABSTOßENDEN KRAFT DES NICHTS“ oder DUNKLER ENERGIE bezeichnet.

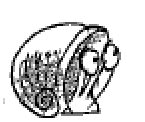
(siehe Anhang)



DAS VERSAGEN KOSMOLOGISCHER HYPOTHESEN

Das Standard kosmologische Modell basiert auf zahlreichen FUNDALMENTALEN HYPOTHESEN, die niemand in Frage stellen möchte:

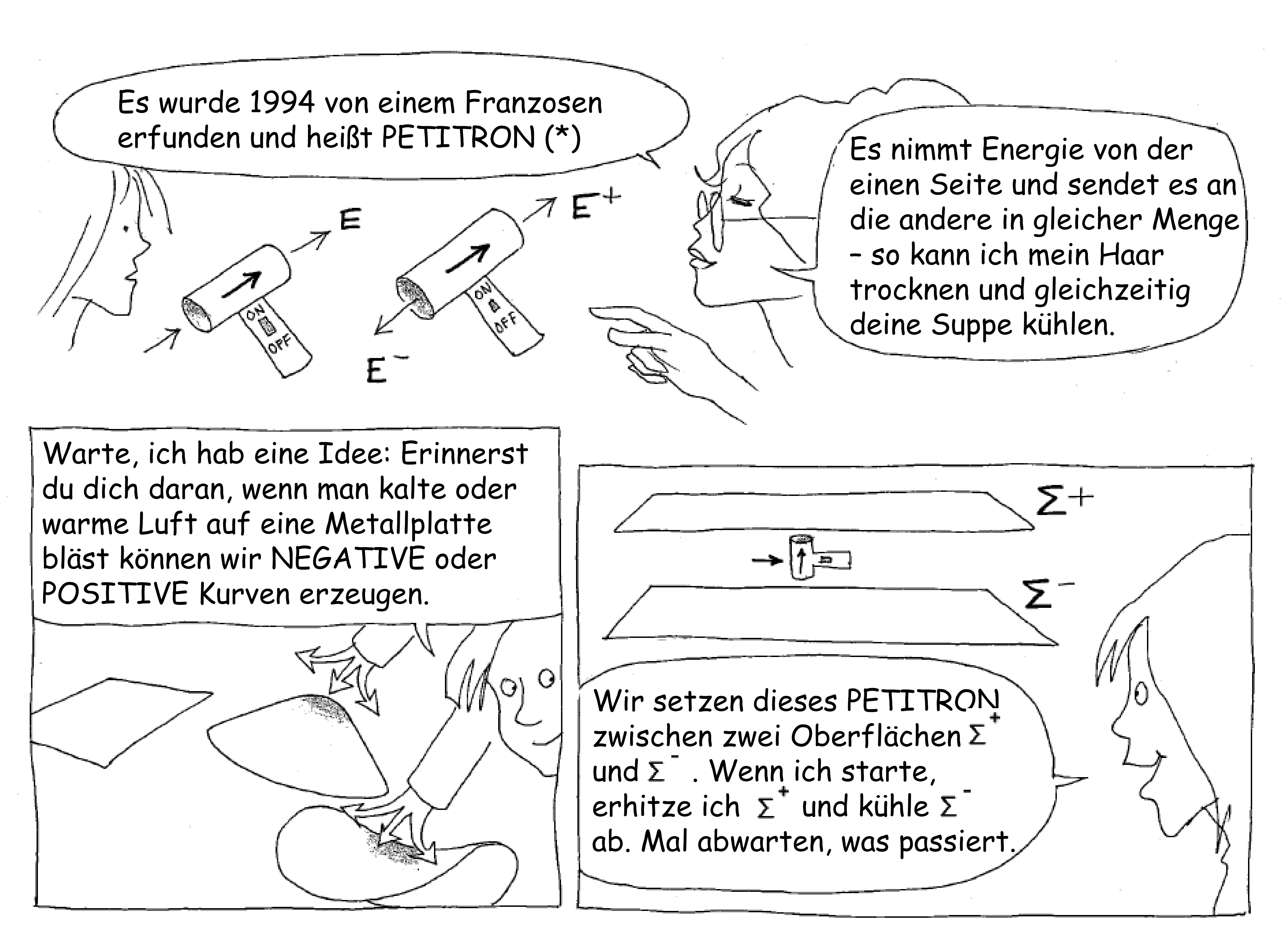
- DAS UNIVERSUM IST EIN KONTINUUM (immer mehr Menschen stellen das in Frage)
- DAS UNIVERSUM IST HOMOGEN (falsch, seine Struktur ist LACUNAR) (*)
- DAS UNIVERSUM IST ISOTROP (durch immer mehr Beobachtungen widerlegt)
- DIE KONSTANTEN DER PHYSIK SIND ABSOLUTE KONSTANTEN (*)



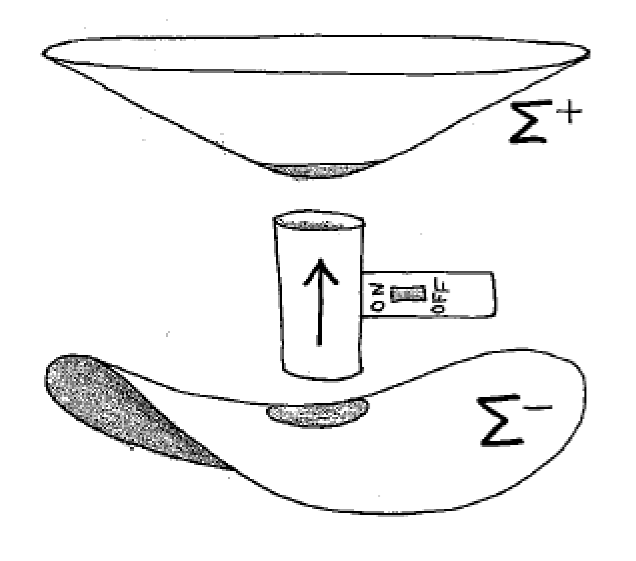
 Für diese Fragen siehe „SCHNELLER ALS DAS LICHT“

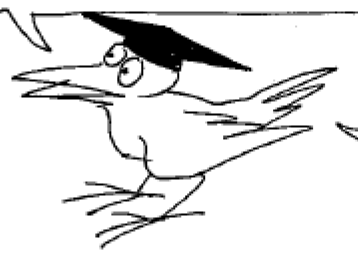
VERBUNDENE GEOMETRIE



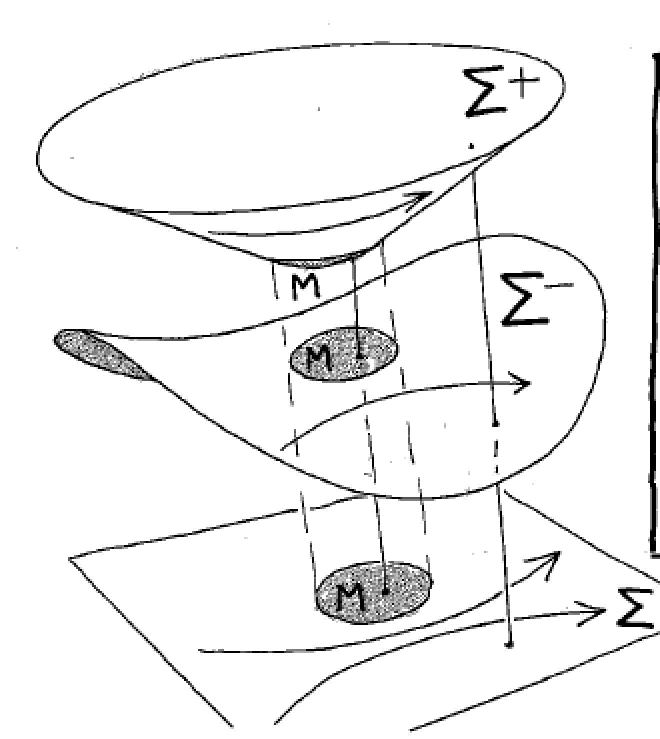


(*) J.P.Petit : The missing mass problem. Nuevo Cimento B, Vol. 109 July 1994, p 697-710





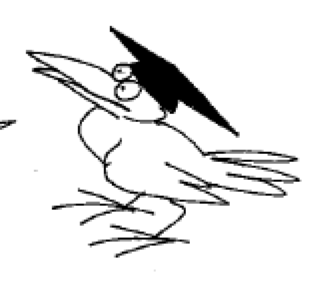
Wir können die beiden Puntke M^+ und M^- der Oberfläche miteinander verbinden – die grauen Regionen haben entgegengesetzte Krümmungen. Die weißen Regionen haben keine Krümmung – das heißt zwei Punkte M_1^+ und M_2^+, die zu Σ^+ gehören und (M_1^-, M_2^-) ihre kombinierten Punkte auf der Oberfläche Σ^-, der geodätische Bogen $\widehat{M_1^+M_2^+}$ und $\widehat{M_1^-M_2^-}$ - werden nicht auf die Ebene Σ projiziert, eine euklidische Repräsentation der SELBEN KURVEN.



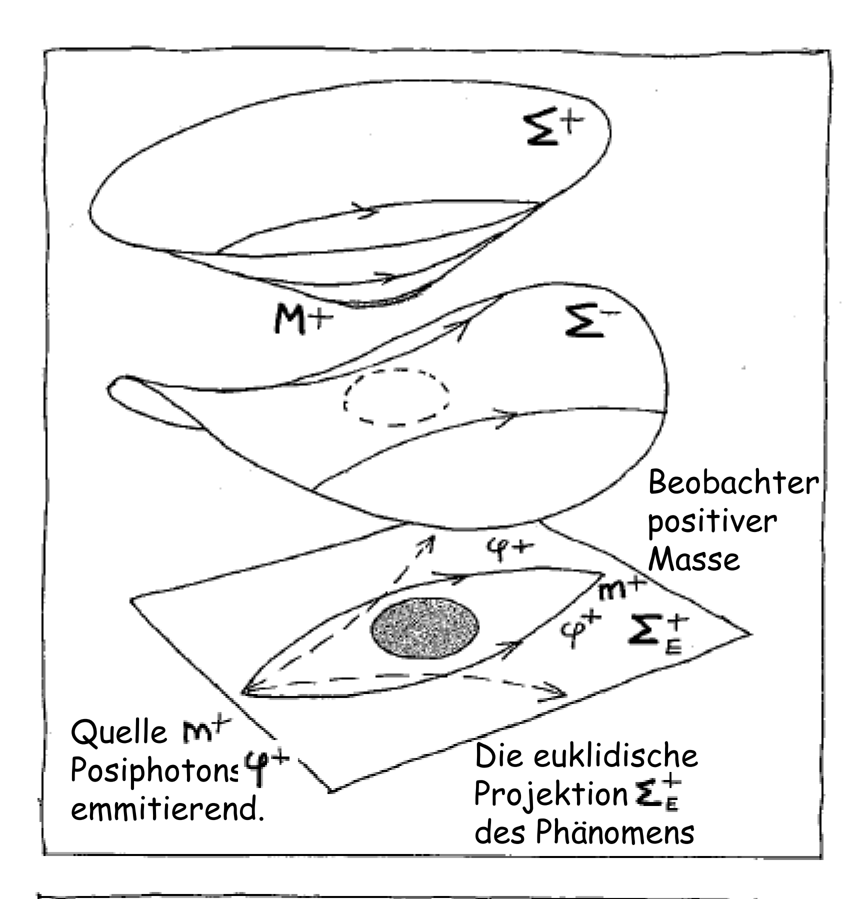
Die zwei Oberflächen Σ^+ und Σ^- sind die zwei „Höhlen“ des Plato[2]. Die Ebene Σ ist die EUKLIDISCHE REPRÄSENTATION, die wir von der Welt haben – Beobachter entgegengesetzter Masse SEHEN Dinge völlig anders – was für dein einen ANWESEND ist, ist für den anderen ABWESEND (*).

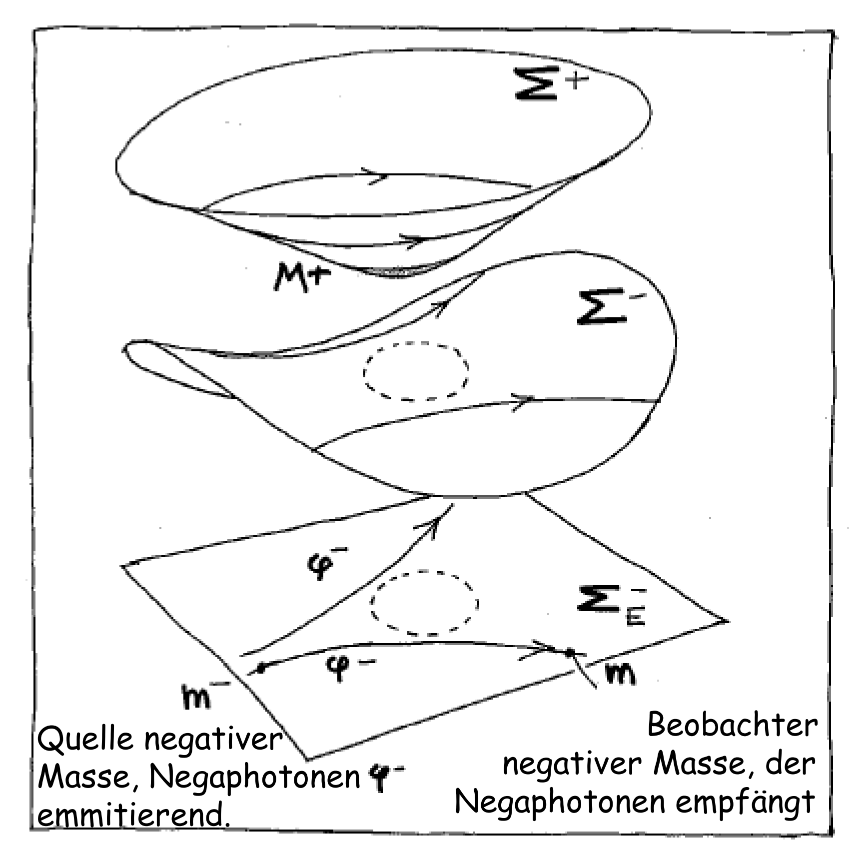


Lasst und zur vorhergehenden Abbildung zurückkehren. Angenommen, du bestehst aus positiver Masse. Du wirst nur die Projektion des Blattes Σ^+ in deiner euklidischen Projektion wahrnehmen. Du wirst nur positive Photonen wahrnehmen, die in diesem BIMETRISCHEN MODELL (Σ^+,Σ^-) den Σ^+ Geodäten folgen.



(*) Vom QUANTEN-Standpunkt aus gesehen ist es die MÖGLICHKEIT DER ANWESENHEIT für einen Beobachter aus positiver Masse und die MÖGLICHKEIT DER ABWESENHEIT in der NEGAWELT.





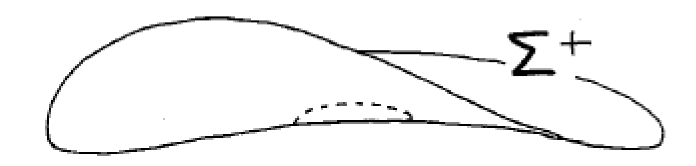
Ein Beobachter positiver Masse m^+ sieht einen POSITIVEN GRAVITATIONSLINSENEFFEKT, der die POSIPHOTONS betrifft, nur durch sie reagieren die Retina und Messinstrumente.

Ein Beobachter negativer Masse m^- sieht einen NEGATIVEN GRAVITATIONSLINSENEFFEKT, der die NEGAPHOTONS betrifft, nur durch sie reagieren die Retina und Messinstrumente.



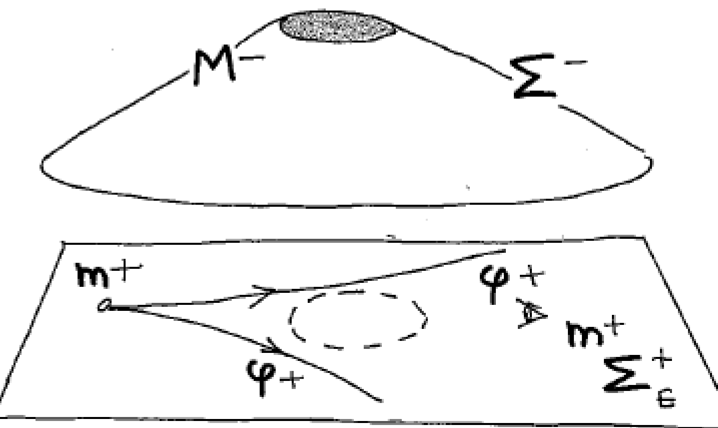
Ganz einfach, du musst nur die Abbildungen invertieren.

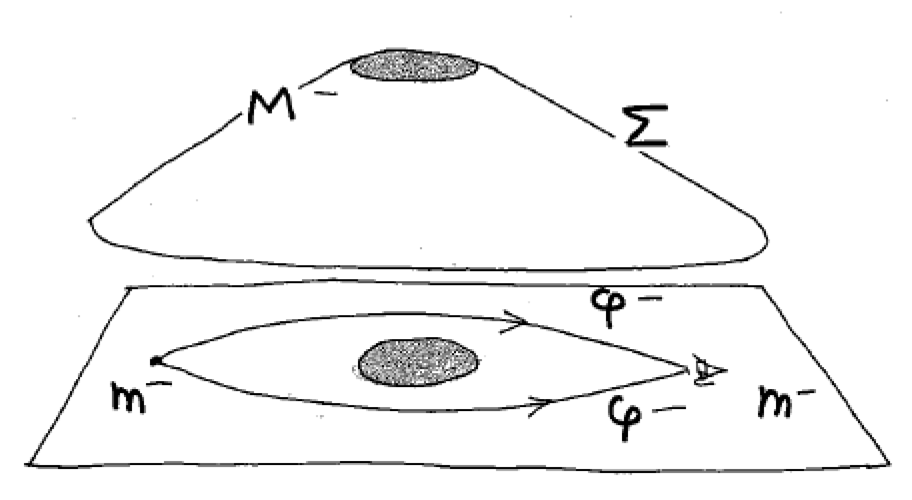
KONZEPT DER SCHEINBAREN MASSEN





negative Masse





Beobachter positiver Masse:
negativer Gravitationslinseneffekt

Beobachter negativer Masse:
positiver Gravitationslinseneffekt

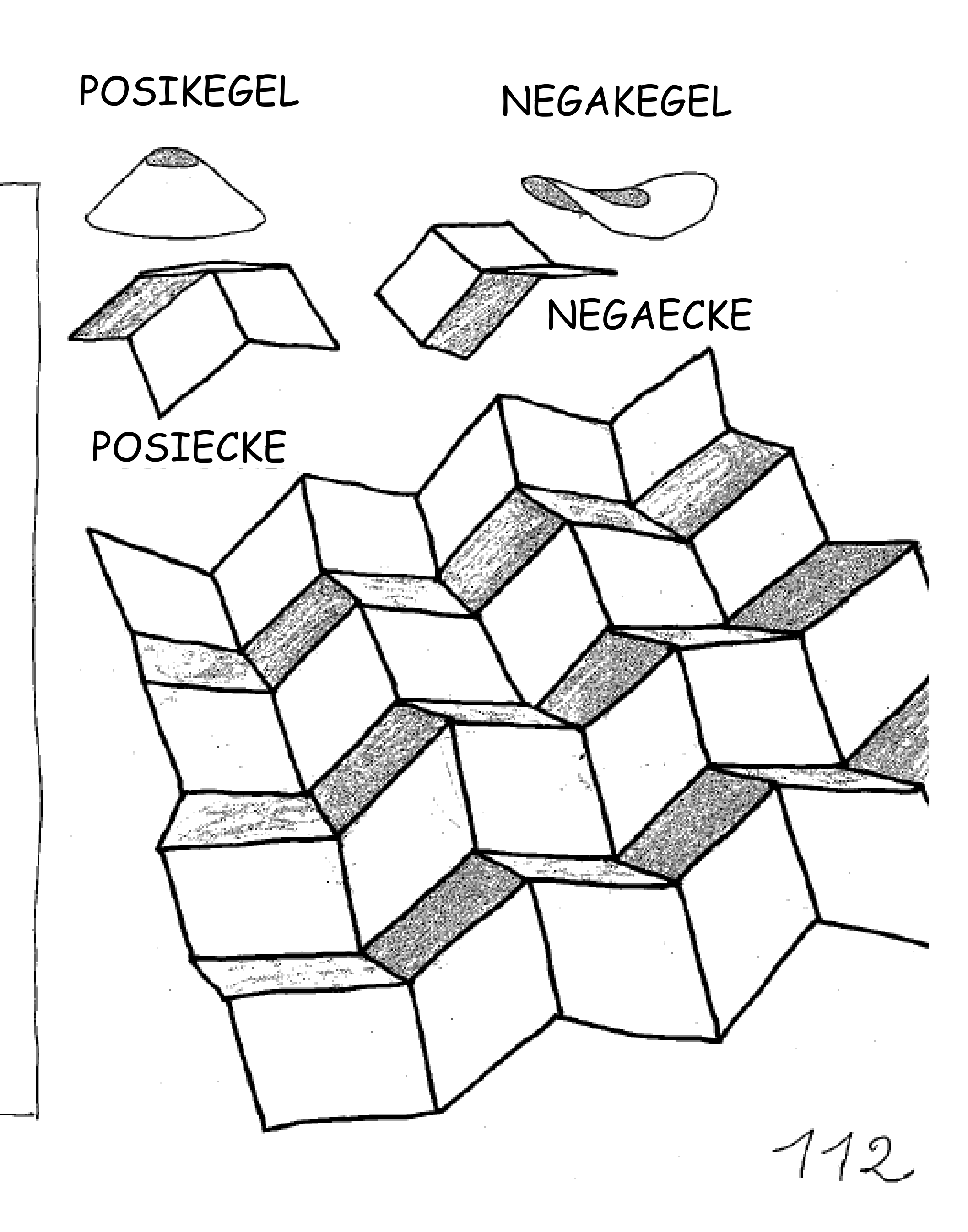

Um zusammenzufassen: Massen mit gleichem Vorzeichen wie der Beobachter werden von ihm als anziehend wahrgenommen, ansonsten umgekehrt.
Du kannst es mit einem schnellen Blick in Newtons Gesetz herausfinden:
$F = \frac{Gmm}{d^2}$
Ich kann dem Ganzen nicht mehr folgen
Ich genausowenig
Das ist Physik, von Jove.
111

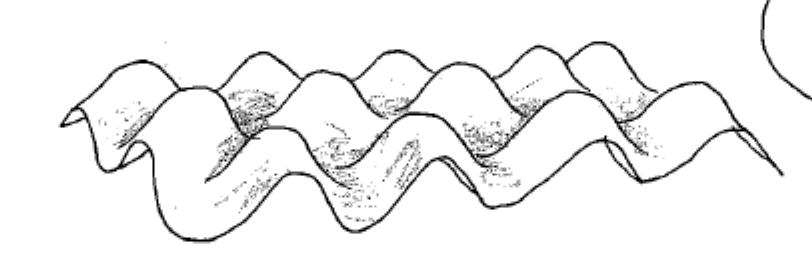
EPILOG

Um abzuschließen, machen wir eine kleine Übung um zu zeigen, dass eine positive Krümmung für den einen eine negative Krümmung für den anderen ist. Dazu stellen wir uns einen Welt vor, die aus Leuten mit positiver und negativer Masse bestehen, die ein reguläres Gitter füllen. Du brauchst nur Rauten aus Papier zusammenzufügen um einen Wechsel von POSIECKEN und NEGAECKEN hinzubekommen.

So erzeugst du eine POLYHEDRISCHE REPRÄSENTATION.

Das Management



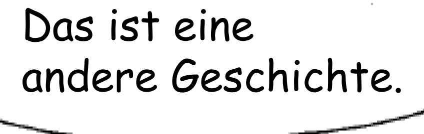


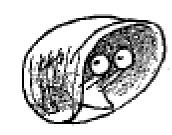
Es ist wie ein Karton für Eier gelegt von POSIHÜHNERN und NEGAHÜHNERN.

Wenn du zwei dieser Strukturen bewegst, legst du Posiecken und Negaecken gegenüber.

Oh nein, fang du nicht auch noch an.

Es gibt so viele anere Dinge zu erzählen, zum Beispiel über die DISKRETISIERUNG der Höhlen (von Plato)², aber wie Kipling sagt.....





ENDE

Anhang 1
GOTTES POLYEDER

Die heutige Wissenschaft ist extrem an die Medien angepasst. Sobald wir eine Idee, ein Projekt haben, geben wir ihm schnell einen sprechenden Namen, der die Phantasie der Leute anregt. Vor 50 Jahren konnte ein Objekt, das wir uns vorstellten, das Schicksal eines massereichen Neutronenstern beschreiben, da durch den Zufluss, der durch den stellaren Wind eines benachbarten Stern seinen Ursprung hatte, die kritische Masse von 2,5 Sonnenmassen überschritten wurde, wurde „SCHWARZSCHILD RADIUS“ (*) genannt. Nicht gerade ein guter Verkaufsname. Auch das Wort „COLLAPSAR“, zusammengesetzt aus kollabierendem Stern, hatte ebensowenig Erfolg. Aber als John Archibald Wheeler den Namen „SCHWARZES LOCH“ erfand, war er gleich weltweit erfolgreich. Gleiches gilt für TOE (Theory of Everything, Theorie von Allem) oder die „M-THEORIE“ der Superstring-Leute. Heute suchen unsere modernen Plutophysiker (von dem grichischen Wort ploutos, „Reichtum“) nach dem Higg´s Boson, das schon den Spitznamen „GOTTESTEILCHEN“ trägt.

Um mit dieser Unart weiterzumachen und dich zum lächeln zu bringen ist hier das Polyeder mit nur einer Fläche und einer Kante. Wir erinnern daran, dass das grichische Wort „hedron“ „Fläche“ bedeutet.

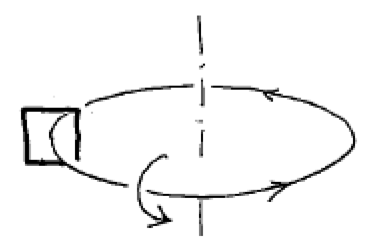
Also, hier ist das MONOEDER, oder ... „GOTTES POLYEDER“

Das Management

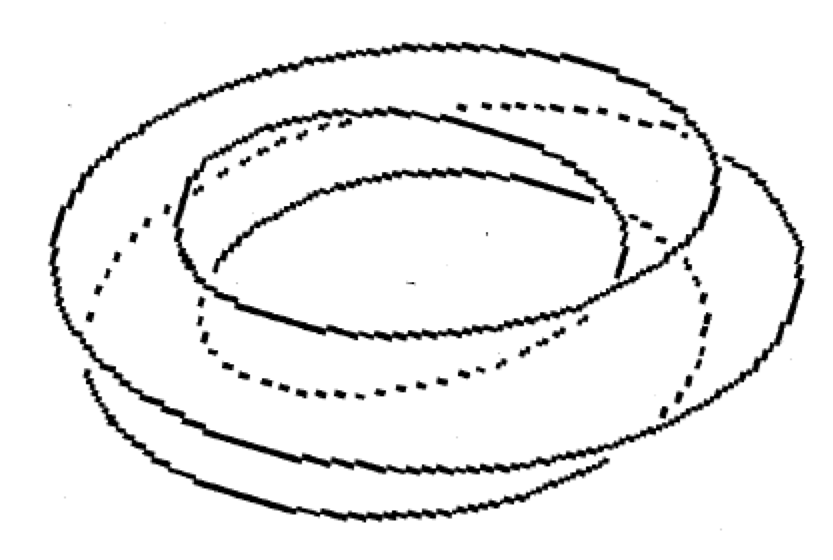
(*) Das Modell eines „Schwarzen Lochs“ basiert auf dem Handwerk der Lösung der Einsteinschen Gleichung durch Schwarzschild (1917), basierend auf einer LEEREN Region des Universums. Wir werden darüber in einem späteren Album berichten.

DAS MONOEDER

Wir können es generieren, im dem wir ein Quadrat um eine Achse in der Ebene drehen und dieses dabei während der Drehung um $\pi/2$ rotieren.



... oder in dem wir ein Möbius-Band verdicken.



DIE INZIGE OBERFLÄCHE

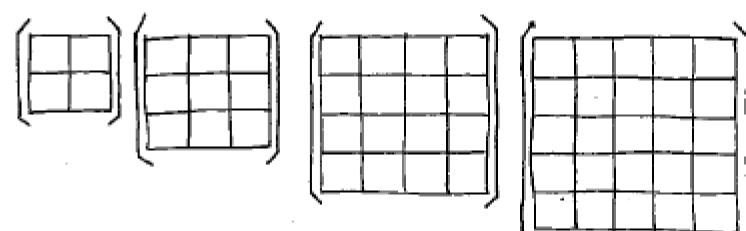
ANHANG 2
RAUMZEIT UND GRUPPEN

1850, Mikhail Valisevich Ostragradsky zu Bernhard Riemann

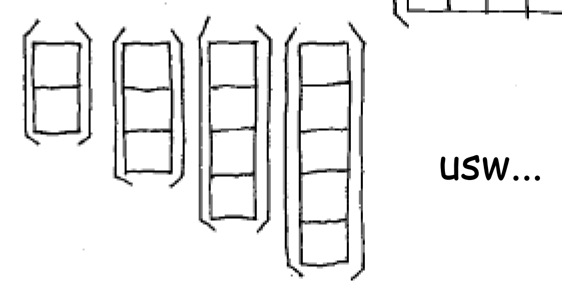


Zeit ist vergangen.
Die permanente Evolution der Wissenschaft zeigt uns, dass jeder Fortschritt nur geschieht, wenn wir einige naive Visionen unseres Sinne aufgeben. Fakten zeigen uns, dass Mathematiker, besonders Geometer, immer eine Vision der Dinge hatten, die sich näher an den Erfahrungen von Physikern und Beobachtungen von Astronomen zeigte als frühere Visionen, die eventuell bedeutungslos werden. Durch die Manipulation neuer Konzepte mit Bleistift und Papier schaffen sie, vielleicht ohne es zu erkennen, die Realität von morgen. Um zum Beispiel die SPEZIELLE RELATIVITÄT zu verstehen, musst du versuchen, deine Vision der Welt zu VERLASSEN.
Bist du bereit, mir zu folgen?

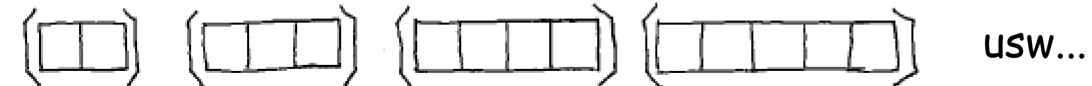
Der Buchstabe M benennt ein quadratische MATRIX
(n Zeilen, n Spalten)



Ein SPALTENVEKTOR ist eine Matrix mit n Zeilen und 1 Spalte:

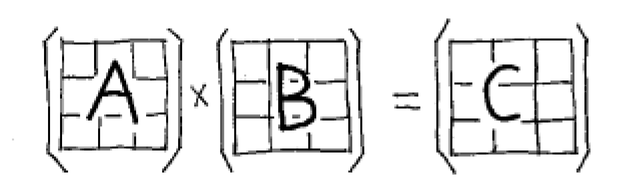


Ein ZEILENVEKTOR ist eine Matrix mit 1 Zeile und n Spalten:

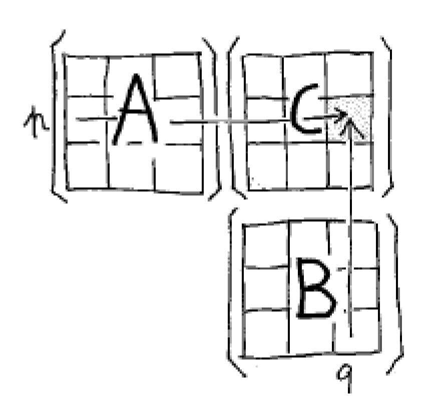


MULTIPLIKATION ZWEIER QUADRATISCHER MATRIZEN MIT DEM SELBEN FORMAT

(die die gleich Zahl an Zeilen und Spalten haben)



$C = A \times B$ Wir multiplizieren „ZEILEN – SPALTEN"



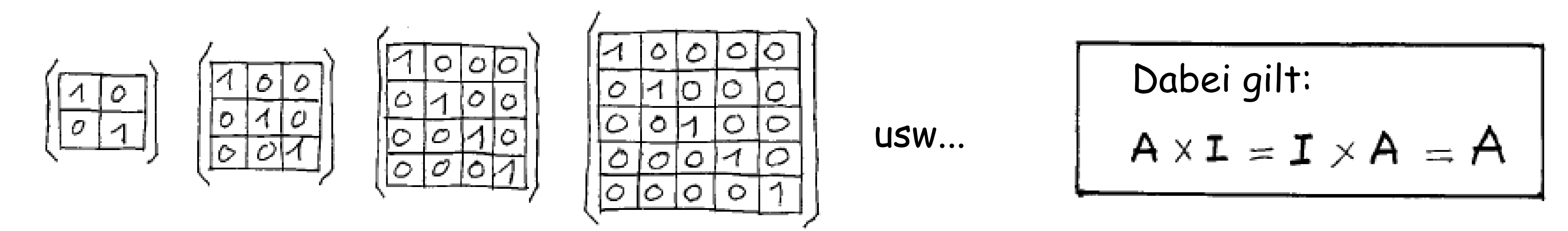
Mnemonische Technik: Wir setzen die beiden Matrizen A und B der Produktmatrix A x B wie links gezeigt und wir addieren die einzelnen Produkte aus der Zeile p der Matrix A und der Spalte q der Matrix B. Auf diesem Weg erhalten wir das Element der p-ten Zeile und q-ten Spalte der Matrix C = A x B.

WICHTIG: DIESES PRODUKT IST IM ALLGEMEINEN NICHT KOMMUTATIV.

$$A \times B \neq B \times A \; !$$

IDENTITÄTSMATRIX I

Für alle quadratischen Matrizen mit n Zeilen und n Spalten [wir sagen „vom Format (n,n)"] erhalten wir eine Identitätsmatrix, genannt I

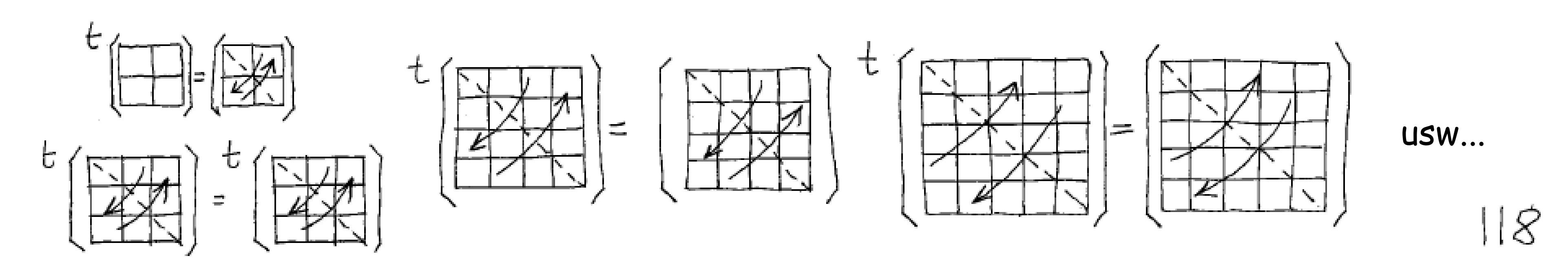


Dabei gilt:

$$A \times I = I \times A = A$$

TRANSPONIERTE DER MATRIX A, BEZEICHNET ${}^tA$

Es ist die symmetrisch invertierte der quadratischen Tabelle in Bezug auf die HAUPTDIAGONALE



WIR STELLEN FEST, dass die Transponierte eines Vectors oder einer Spaltenmatrix :

$$X =$$

die korrespondierende Zeilenmatrix ist :

$${}^{t}X =$$

MULTIPLIKATION EINE ZEILEN- ODER SPALTENMATRIX
MIT EINER QUADRATISCHEN MATRIX

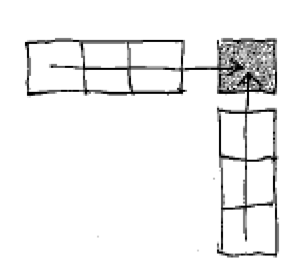
Für eine Spaltenmatrix, MULTIPLIZIERE VON LINKS :

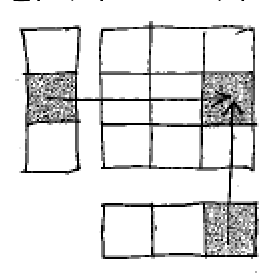
$$A \times X =$$

Für eine Zeilenmatrix, MULTIPLIZIERE VON RECHTS :

$$A \times {}^{t}X =$$

PRODUKT EINER SPALTENMATRIX ⇄ UND EINER ZEILENMATRIX :



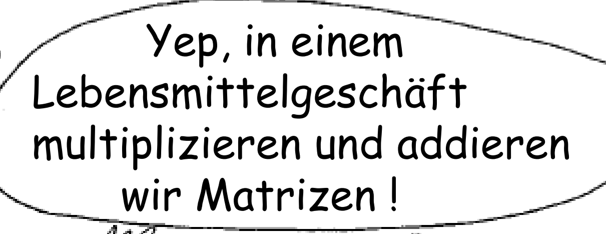


${}^{t}X \times X =$ Matrix mit 1 Zeile, 1 Spalte = SKALAR

$X \times {}^{t}X =$ Quadratische Matrix des Formats (n,n)

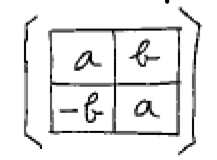
So, ein Skalar ist eine Matrix mit nur einer Zeile und einer Spalte?

$[a]$



und niemand hat es je gesagt !

Eine KOMPLEXE ZAHL (a,b) oder a+ib ist in Wirklichkeit eine quadratische Matrix:



$$\begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix}$$

Und die imaginäre Zahl i ist

$$i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$i \times i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = -1$$

Obwohl MATRIZEN und MATRIZEN-ALGEBRA essentielle Werkzeuge für das Verstehen von Physik und Mathematik sind, gerät das Unterrichten dieser Fächer irgenwie in die .... Vergessenheit.

Quadratische Matrizen können eine Inverse haben, geschrieben A^{-1}, so dass:

$$A^{-1} \times A = A \times A^{-1} = I$$

Ein erstes Theorem, ohne Beweis:

$$(A \times B)^{-1} = B^{-1} \times A^{-1}$$

Ein zweites Theorem, ohne Beweis:

$$^t(A \times B) = {}^tB \times {}^tA$$

Die Beweise sind einfach, aber nicht von Interesse (aber wenn du wirklich willst ...)

Mit diesen Werkzeugen können wir die Außenposten der Wissenschaft erreichen

Pass auf, er kommt zurück!

aber ... das ist die falsche Richtung !?!

RIEMANNSCHE RÄUME (*)

Wir bezeichnen quadratische Matrizen, bei denen alle nicht-diagonalen Elemente gleich Null sind und alle Elemente der HAUPTDIAGONALEN den Wert ±1 haben, als Gram-Matrizen.

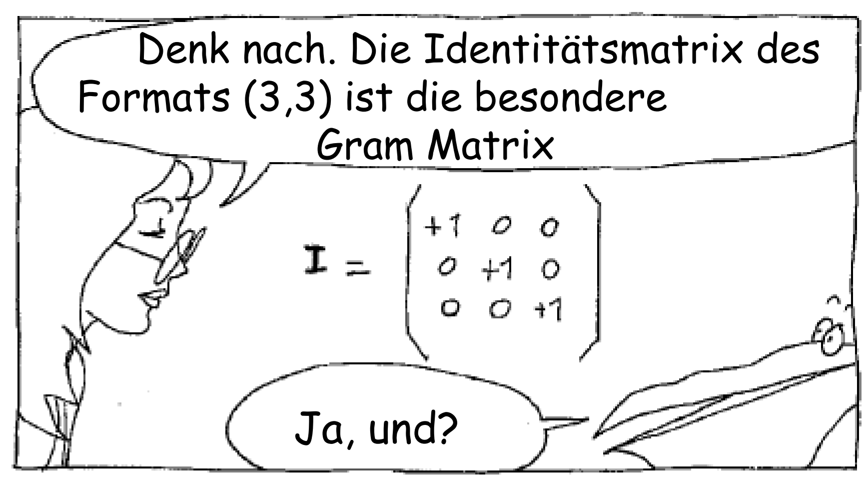
$$\begin{pmatrix} \pm1 & 0 \\ 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \quad \text{usw...}$$

Ein Vektor X gehört zum Raum $\mathcal{E}$ mit n Dimensionen. Wir sagen dass dieser Raum ein Riemannscher ist, wenn das Quadrat der Länge des Vektor X definiert ist als:

$$L^2 = {}^tX\, G\, X$$



(*) Nicht alle Mathematiker stimmen mit dieser Terminologie überein. Wir haben uns entschlossen, unter diesem Namen alle Räume mit ±1 Signatur zusammenzu fassen.



Wenn $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ dann ${}^t\mathbf{X} = [x, y, z]$

und $L^2 = {}^t\mathbf{X}\,\mathbf{I}\,\mathbf{X} = {}^t\mathbf{X}\mathbf{X} = x^2 + y^2 + z^2$

was das Quadrat der EUKLIDISCHEN LÄNGE L ist $\quad L = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

SIGNATUR

Die Signatur dieser Räume ist die Folge von Vorzeichen der Gram Metrik. Im Fall des dreidimensionalen euklidischen Raumes ist das:

$$(+\ +\ +)$$

In einem zweidimensionalen Raum ist die zu dem euklidischen Raum korrespondierende Gram Matrix $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ und die Signatur $(+\ +)$

Wir stellen uns nun folgende Frage: Gibt es einen Satz von Matrizen M, die auf den Vektor $\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ einwirken und dessen Länge erhalten?

Wir werden die Rechnung formell für den häufigsten Fall durchführen, den Riemannschen Raum mit n Dimensionen definiert durch sein Gram Matrix G. M sei die Matrix die den Vektor X in einen anderen Vektor transformiert:

$$X' = M X$$

Das Quadrat der Länge der Norm des Vektor X' ist

$$L'^2 = {}^tX' G X' = {}^t(MX) G (MX) = ({}^tX\,{}^tM) G' (MX) = {}^tX ({}^tM G M) X$$

Die Längen L und L' sind gleich, wenn:

$$\boxed{{}^tM G M = G}$$

Wenden wir dieses auf den Euklidischen Raum mit n Dimensionen an:

$$\boxed{{}^tM M = I}$$

Das bedeutet einfach:

$$\boxed{M^{-1} = {}^tM}$$

Diese Matrizen heißen orthogonale Matrizen. Wir zeigen es im zweidimensionalen Fall:

$$M = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$a^2 + b^2 = 1 \quad ; \quad c^2 + d^2 = 1 \quad ; \quad ac + bd = 0$$

Wir suchen eine Matrix $M = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$, die diese Bedingungen erfüllt.

Diese Matrizen M formen eine Menge ... $\mathcal{M}$

Wir werden sehen, dass diese Matrizen auch eine **GRUPPE** formen.

Hier kommt das magische Wort der Physik, aber was ist eine Gruppe?
Es ist eine Menge von Tricks, mit denen man eine Menge Dinge machen kann ...
In unserem Fall sind die Tricks Matrizen und die Dinge sind Punkte oder Mengen von Punkten im Raum.
Souriau pflegt zu sagen:

- eine Gruppe ist dazu da, um etwas zu transportieren
- die Tatsache, dass wir etwas transportieren ist bedeutender als das, was transportiert wird.

Im Comic haben wir gelesen "Sag mir, wie du dich bewegst und ich sgae dir, WAS du bist"
Hier können wir nun sagen:

Sag mir, wie du dich bewegen läßt und ich werde dir sagen, zu welcher Familie geometrischer Wesen du gehörst, in Kürze, in welchem Raum du wohnst.

Also gibt es eine enge Verbindung zwischen Gruppe $\rightleftarrows$ Geometrie

Die Axiome, die eine Gruppe definieren, wurden von dem Norweger Sophus Lie eingeführt. Wir bezeichnen Gruppen von Matrizen auch als LIE GRUPPEN. Lasst uns die Axiome ansehen:

Betrachte eine Menge von Dingen, die miteinander agieren, lass sie uns α, β, γ .. nennen. Sie formen eine Menge ε

Wir können sie durch das GESETZ DER KOMPOSITION zusammensetzen, wobei wir schreiben $\gamma = \alpha \circ \beta$

1: Wenn α und β zu einer Menge gehören, so gehört auch $\alpha \circ \beta$ zu der Menge. Wir sagen, dass dieses Gesetz der Komposition geschlossen ist unter der Gruppe ε. (Hunde machen keine Katzen)

2: Es gibt ein Element e, das heißt EINHEITSELEMENT, so das für alle Elemente α der Gruppe gilt:

$$e \circ \alpha - \alpha \circ e = \alpha$$

3: Jedes Element der Gruppe hat eine INVERSE, geschrieben α^{-1}, so dass:

$$\alpha \circ \alpha^{-1} = e$$

4: Die Kompositionsoperation ist assoziativ, das heißt:

$$(\alpha \circ \beta) \circ \gamma = \alpha \circ (\beta \circ \gamma)$$

Wir werden das 4. Axiom fast NIE benutzen. In Wirklichkeit ist es sehr schwer, Kompositionsoperationen zu finden, die NICHT ASSOZIATIV sind.

Die Physiker werden NUR mit GRUPPEN VON MATRIZEN arbeiten, sogenannten LIE GRUPPEN.

- Wir werden Mengen von quadratischen Matrizen M betrachten
- die Kompositionsoperation o wird ein NICHT-KOMMUTATIVES MATRIX PRODUKT $M_1 \times M_2$ sein
- das Einheitselement e wird systematisch die Identitätsmatrix I im vorliegenden Format (n, n) sein

DISKRETE GRUPPEN

Wir nennen solche Gruppen diskret, die eine Menge von abgeschlossenen Elementen bilden (hier von Matrizen)
Gram Matrizen im Format (2, 2) bilden eine Gruppe aus 4 Elementen.

$$g = \begin{bmatrix} \pm 1 & 0 \\ 0 & \pm 1 \end{bmatrix} \quad \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

Im Übrigen sind diese Matrizen identisch mit ihren Inversen. Was bilden diese ab?
Lass sie AGIEREN mit Vektoren $\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ im 2D Raum:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x \\ y \end{pmatrix}$$ Symmetrie bzgl. der y-Achse

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ -y \end{pmatrix}$$ Symmetrie bzgl. der x-Achse

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$ Symmetrie bzgl. des Ursprungs

Unsere Bedingungen sind erfüllt:
Diese Symmetrien bewahren die Länge.

Gruppe mit einem (oder mehreren) Parametern

Diese Matrizen $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ entsprechen unseren Kriterien und bildet die Gruppe der Rotationen einer Ebene um den Ursprung

Es ist eine Gruppe mit einem Parameter (dem Winkel θ)

Die Anzahl an Parametern wird Dimension der Gruppe genannt, aber es hat nichts zun tun mit der Dimension des Raumes, in dem die Gruppe agiert.

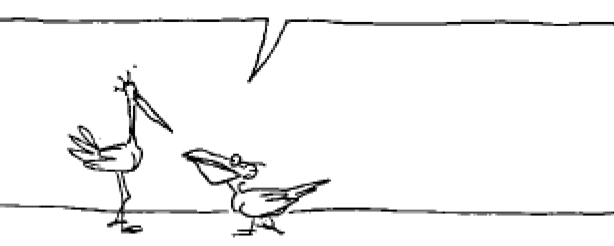


Bis jetzt kann ich folgen. Es sieht einfach aus, oder nicht?

Vielleicht, aber bei dem Author bin ich vorsichtig. Es fängt einfach an, aber plötzlich bringt er deine Neuronen zum rauchen.

Ab einem gewissen Level tiefen Nachdenkens sollte das Hirn mit einer Sicherung versehen werden.





Die Matrizen $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ formen eine Gruppe SO(2), "Spezial Orthogonal"

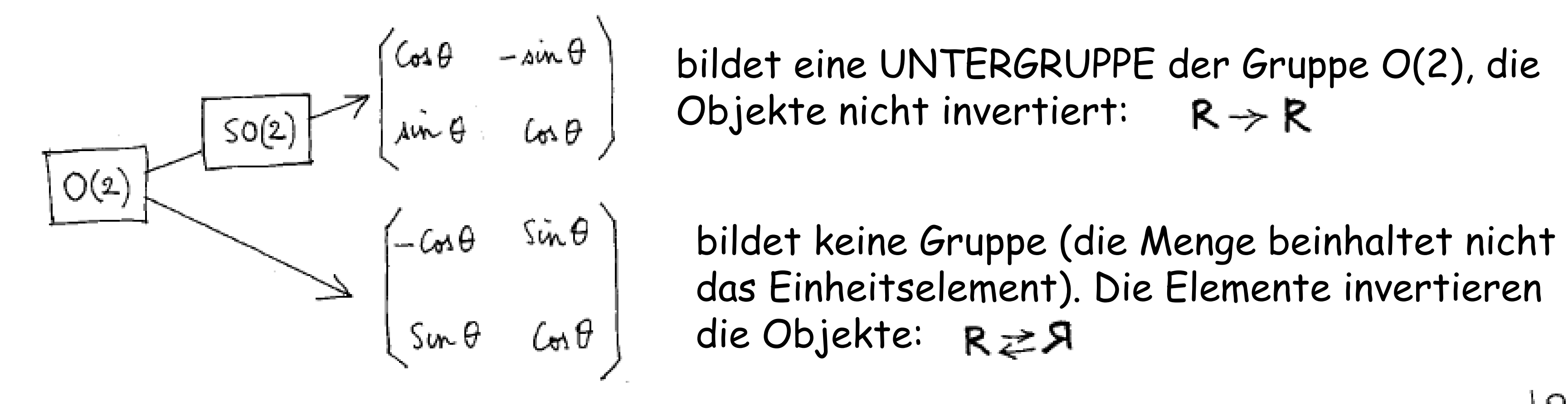
ORIENTIERUNG

Multipliziert man diese Matrix mit einer der zwei Matrizen, die Objekte (R ⇄ Я) invertieren, z.B. die der Symmetrie bzgl. der y-Achse, erhalten wir:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

Beachte, dass wenn $\theta = \pi$ ist, haben wir eine Symmetrie bzgl. der x-Achse

Wir bekommen eine zweite Menge orthogonaler Matrizen, da diese die Bedingung $^{t}MM = I$ auch erfüllen. Die Vereinigung dieser beiden Mengen bildet die ORTHOGONAL GRUPPE O(2). Die Elemente dieser Gruppe werden mit a bezeichnet und wir sagen, dass diese Gruppe ZWEI KOMPONENTEN hat.



$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ bildet eine UNTERGRUPPE der Gruppe O(2), die Objekte nicht invertiert: R → R

$\begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$ bildet keine Gruppe (die Menge beinhaltet nicht das Einheitselement). Die Elemente invertieren die Objekte: R ⇄ Я

ISOMETRISCHE GRUPPEN

Die Menge an Aktionen, die Längen in zwei Dimensionen beibehalten, beinhalten:

- **Drehungen**
- **Symmetrien**
- **Translationen,**

die sich durch Matrizen ausdrücken lassen:

E(2) → SE(2):

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x\cos\theta - y\sin\theta + \Delta x \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

R → R

E(2):

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x\cos\theta + y\sin\theta + \Delta y \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

R ⇄ Я

Wir erhalten die 2D EUKLIDISCHE GRUPPE E(2), die die ISOMETRISCHE GRUPPE des EUKLIDISCHEN RAUMS in ZWEI DIMENSIONEN darstellt. Ihre erste KOMPONENTE SE(2) ("Spezial Euklid 2d") ist eine UNTERGRUPPE. Die zweite KOMPONENTE ist eine Menge von Matrizen, DIE OBJEKTE INVERTIERT, diese bildet aber keine Gruppe.

Im 2D kann man die Berechnungen explizit durchführen. Was man im 2D kann, kann man auf den 3D erweitern. Die Gram Matrix ist die 3D Identitäts-Matrx.

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Das Quadrat der Länge ist: $L^2 = {}^tX\,I\,X$ die Signatur: $(+\ +\ +)$

Lass eine Matrix M mit dem Vektor X agieren, dass $X = MX'$

Die Erhaltung der Länge führt uns zu $L'^2 = {}^tX'IX' = {}^t(MX)(MX) = {}^tX({}^tMM)X$

$L' = L$ wenn:

$${}^tMM = I \text{ oder } M^{-1} = {}^tM$$

Matrizen mit dieser Eigenschaft, die quadratisch Matrizen (3, 3) sind, heißen ORTHOGONAL und bilden die ORTHOGONALE GRUPPE O(3), die aus ZWEI KOMPONENTEN besteht:



Durch Addition des Translationsvektors

$$\mathbf{c} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

konstruieren wir die 3D Euklidische Gruppe E(3), die ihre Eigenschaften von der orthogonalen Gruppe O(3) erbt, auf die sie aufbaut. Wir nennen a das Element aus O(3) und schreiben:

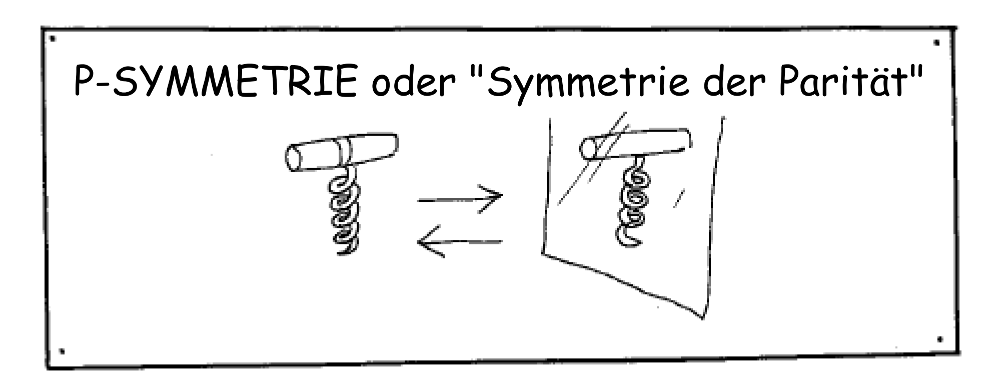
$$\mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \begin{matrix} & & \\ & a & \\ & (3,3) & \end{matrix} & \begin{matrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 & 0 & 0 \end{matrix} & 1 \end{pmatrix} \text{ agiert mit } \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Diese AKTION, in Matrizenschreibweise, die es Elementen der 3D euklidischen Gruppe E(3) erlaubt, mit dem Vektor x zu agieren, unterscheidet sich von der normalen Matrizenmultiplikation wie

$$X' = MX$$

die nur eine Form der AKTION unter anderen ist. Das Konzept der Aktion ist wesentlich und wir werden später darauf zurückkommen.

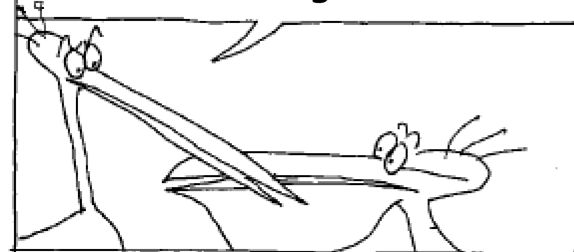
Die Hälfte der Matrizen, die die euklidische Gruppe bilden, tranformieren orientierte Objekte in ihr Spiegelbild. Wir sagen, sie operieren nach einer

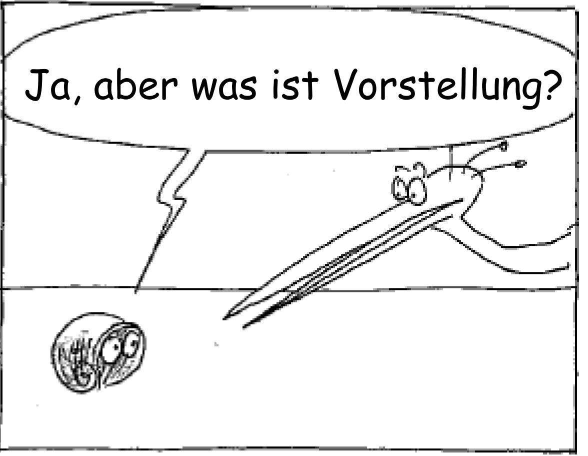


WENN MATHEMATIKER SPIEGEL ERFINDEN

Hier geht der Mathematiker dem Physiker ein paar Schritte voraus. nachdem sie die Rotation und Translation praktizierten, haben Mathematiker die Gruppennotation erfunden, Gram Matrizen, haben die SE(3) Untergruppe gebaut, die Objekte nicht spiegelt sondern PHYSIKALISCH BEWEGT. Aber die Gruppe kreiert auch Elemente, die ein einfacher physikalischer Transport nicht erschaffen kann. Durch Kombination von Rotation und Translation können wir aus einem "links-händigen" niemals einen "rechts-händigen" machen. Aber die vollständige Gruppe sagt die "Existenz" solcher ENANTIOMORPHEN Objekte voraus, die "auf der anderen Seite des Spiegels" wohnen.


Also wir denken, wir wohnen in einem ELLIPTISCHEN RIEMANNSCHEN Raum oder 3D EUKLIDISCHEN RAUM, mit der Signatur (+ + +), die uns unter anderem das PYTAGORÄISCHE THEOREM beschert hat. Aber was ist mit Räumen mit der Signatur (- - -)?
Wir nennen sie UNEIGENTLICHE EUKLIDISCHE Räume. Ihre Längen sind REIN IMAGINÄR:
$$L = \sqrt{-x^2 - y^2 - z^2}$$
Wir werden am Ende darauf zurückkommen, wenn wir kuriose Raumzeiten mit rein imaginären Zeiten betrachten.

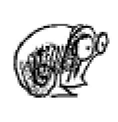

Ok, lasst uns nicht übertreiben. eine rein imaginäre Zeit kann nur das Ergebnis der Vorstellung sein.


Ja, aber was ist Vorstellung?


Mathematische Objekte, haben sie eine Seele?

HYPERBOLISCHE RIEMANNSCHE RÄUME

Das sind Räume, die sowohl + Zeichen als auch - Zeichen in ihrer Signatur haben. Das Auftreten der SPEZIELLEN RELATIVITÄTSTHEORIE bestand einfach darin zu erkennen, dass wir nicht in einem Euklidischen Raum mit der Signatur (+ + +) leben: einer 3D HYPERFLÄCHE die senkrecht zur Zeit liegt, wir leben in einem hyperbolischen Riemannschen Raum mit der Signatur (+ - - -), einem MINKOWSKI RAUM.





Tiresia, wie kannst du so einen Horror erzählen?

Die GRAM Matrix ist dann $G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$

Wir ändern den Buchstaben, um einen Raum-Zeit Vektor zu bestimmen:

$$\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Wir definieren einen Raum-Zeit Translationsvektor, den wir schreiben:

$$C = \Delta \xi = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

Wir betrachten infinitesimale Vektoren:

$$d\xi = \begin{pmatrix} dt \\ dx \\ dy \\ dz \end{pmatrix}$$

Wir erhalten (wenn wir c, die Lichtgeschwindigkeit = 1 setzen) die infinitesimale Länge:

$$ds^2 = {}^t d\boldsymbol{\xi}\, G\, d\boldsymbol{\xi} = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Diese nennen wir MINKOWSKI METRIK und wir können diese schreiben durch eine einfache Änderung der Variablen:

$$c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Wir fahren fort wie vorhin bei der euklidischen Gruppe und dem euklidischen Raum. Wir fangen an, in dem wir die 2D Raum-Zeit betrachten:

$$\eta = \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix}$$

wo das Element der Länge, ihre 2D Metrik als $ds^2 = {}^t d\eta\, G\, d\eta$

definiert ist, als Gram Matrix: $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

Wir werden die ISOMETRISCHE GRUPPE dieses Raumes konstruieren....

Wir fahren fort wie beim Euklidischen Raum. Wir lassen die andersartige Präsentation der Differenzialform für einen Moment beiseite. Wir suchen nach einer Gruppe von Matrizen L, die mit dem Vektor E agieren gemäß:

$$\xi' = L\xi$$

was die komische "hyperbolische Länge" erhält, damit ist gemeint:

$$L'^2 \quad {}^t\xi' G \xi' \quad {}^t(L\xi) G (L\xi) \qquad {}^t\xi\,({}^tL G L)\,\xi = L^2 = {}^t\xi G \xi \quad si:$$

$$\boxed{{}^tLGL = G}$$

Im 4D sind dieses Matrizen mit 4 Zeilen und Spalten (vom Format (4, 4). Die obige Formel ist die Definition einer LORENTZ-Gruppe (aus Matrizen). Um das expliziet zu zeigen werden wir uns auf eine 2D Raum-Zeit beschränken (t, x)

es folgt $\mathbf{L} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$a^2 - c^2 = 1 \; ; \; b^2 - d^2 = 1 \; ; \; ab - cd = 0$$

folglich $\begin{pmatrix} ch\eta & sh\eta \\ sh\eta & ch\eta \end{pmatrix}$

$$ch^2\eta - sh^2\eta = 1$$

⇨ Die trigonometrischen Linien werden durch hyperbolische Linien ersetzt

$$\begin{cases} \operatorname{ch}\eta = \dfrac{e^{\eta}+e^{-\eta}}{2} \\ \operatorname{sh}\eta = \dfrac{e^{\eta}-e^{-\eta}}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos\theta = \dfrac{e^{i\theta}+e^{-i\theta}}{2} \\ \sin\theta = \dfrac{e^{i\theta}-e^{-i\theta}}{2i} \end{cases} \qquad z = e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$$

Die LORENTZ-GRUPPE ist das Equivalent von Rotationen im MINKOWSKI-Raum.

DISKRETE GRUPPE

Die 2D Gram Matrizen sind Lorentz Matrizn, es gilt

$$^{t}LGL = G$$

$^{t}GGG = G$ mit $GG = I$ und $^{t}G = G$, also haben wir im 2D die diskrete Gruppe:

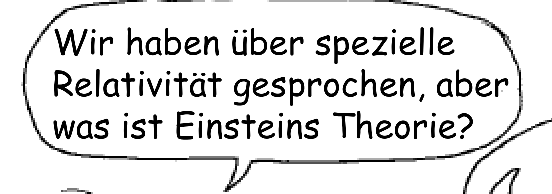
$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

Wir erhalten die abgeschlossene Lorentz-Gruppe mit vier Komponenten:

$\begin{pmatrix} \operatorname{ch}\eta & \operatorname{sh}\eta \\ \operatorname{sh}\eta & \operatorname{ch}\eta \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \operatorname{ch}\eta & -\operatorname{sh}\eta \\ \operatorname{sh}\eta & -\operatorname{ch}\eta \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -\operatorname{ch}\eta & \operatorname{sh}\eta \\ -\operatorname{sh}\eta & \operatorname{ch}\eta \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -\operatorname{ch}\eta & -\operatorname{sh}\eta \\ -\operatorname{sh}\eta & -\operatorname{ch}\eta \end{pmatrix}$

orthochronische Untergruppe   Antichroniche Untergruppe

SPEZIELLE RELATIVITÄT

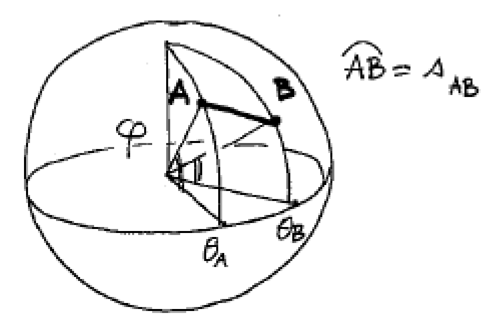


Kehre zurück zur Längenberechnung in diesem hyperbolische riemannschen Raum, einem MINKOWSKI RAUM in differenzierbarer Form, gegeben durch die Metrik:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Das heißt unsere BEWEGUNGEN SIND BESCHRIEBEN auf einer 4D Hyperfläche. (x, y, z, t) sind die zugehörige Koordinaten. In SCHNELLER ALS DAS LICHT haben wir erklärt, dass das Schreiben eines Koordinatensystems auf diese Hyperfläche der Beobachtung eines Physikers dieser Hyperfläche entspricht, wobei der einzige INTRINSISCHE Wert die Länge S ist. Die selbe Relation gilt zwischen diesen Koordinaten und der Länge S, die in METERN gemessen wird und in eine GÜLTIG ZEIT t umgewandelt wird durch die Beziehung ds=cdt, wobei c die charcteristische Geschwindigkeit ist, die zwischen den Koordinaten der Longitude Phi and Latitude sigma für das Finden eines Punktes auf der Oberfläche gilt, sowie der Länge der Trajektorie $\widehat{AB}$. Mit dieser Formel wird gezeigt, was passiert, wenn wir die Koordinaten (x,y,z,t) nehmen, können wir auf eine Geschwindigkeit schließen

$$V = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}}{dt}$$



Um die Zeit $d\tau$ real zu halten muss V<c sein, die Grenzbewegung liegt bei V=c und $d\tau = 0$



⇨ die gültige Zeit des Photons ist "eingefroren"



(*) In arabisch: MEKTOUB

Für Partikel, die sich mit einer Geschwindigkeit V<c bewegen, gilt die LORENTZ KONTRAKTION

$$c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \Rightarrow \frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

τ ist die Zeit, die auf der Uhr des Reisenden bei der Geschwindigkeit V angezeigt wird, das wird im Buch ALLES IST RELATIV illustriert. Wenn sich V c nähert, "friert die Zeit des Chronometers ein". Laßt uns zur LORENTZ GRUPPE zurückkehren. Ihre Elemente agieren mit einer Serie von Punkten in der Raumzeit, die eine Bewegung darstellen. Wenn man ein Element der Lorentzgruppe mit einer Bewegung agieren läßt, erhält man eine andere Bewegung. Die Tatsache, dass die Gruppe ANTICHRONISCHE Elemente enthält, zeigt, dass man diese ZEIT-UMGEKEHRTEN Bewegungen mit betrachten muss. So gehört diese Matrix zu der Lorentz-Gruppe:

$$\mathbf{L} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad {}^t\mathbf{L}\,\mathbf{G}\,\mathbf{L} = \mathbf{G} \text{ mit } \qquad \mathbf{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Die Aktion ist:

$$\begin{pmatrix} t' \\ x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

ZEIT - INVERTIERUNG

Als wir die ORTHOGONALGRUPPE definiert haben, eine Untergruppe der isometrischen Gruppe des EUKLIDISCHE Raums, vervollständigten wir sie mit dem RÄUMLICHEN TRANSLATIONS - Vektor

$$\mathbf{c} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

durch Konstruktion der EUKLIDISCHEN GRUPPE, ihrer isometrischen Gruppe

Element der orthogonalen Gruppe O(3)

$$\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} r \\ 1 \end{pmatrix} \qquad r = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Ebenso können wir aus der LORENTZ-GRUPPE die POINCARE-GRUPPE konstruieren, die isometrische Gruppe des MINKOWSKI RAUMES.

$$c = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$ Raumzeit Translationen $$\begin{pmatrix} L & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} \qquad \xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Die Poincare Gruppe, durch ihre Untergruppe $\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ erbt das Verhalten der Lorentz-Gruppe und hat ebenfalls vier Komponenten:

- ZWEI ORTHOCHRONISCHE (die die Zeit nicht invertieren)
- ZWEI ANTICHRONISCHE (die die Zeit invertieren)

Wir müssen immer noch die PHYSIKALISCHE WICHTIGKEIT dieser zeitlichen invertierung verstehen

RAUM, GRUPPEN UND OBJEKTE

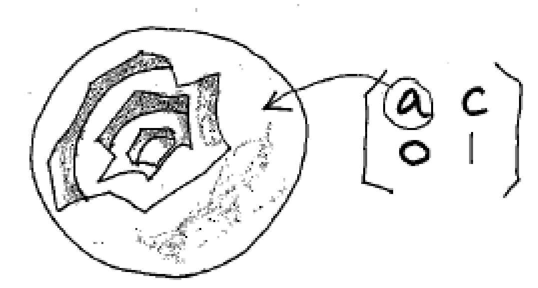
Wir haben mit dem euklidischen Raum angefangen und haben uns auf den 2D Raum beschränkt, um die Berechnungen explizit zu zeigen. Wir haben dann die ISOMETRISCHE GRUPPE konstruiert, die EUKLIDISCHE GRUPPE. Diese Gruppe bewegt sich im euklidischen Raum und kann EINWIRKEN auf Objekte, Punkte, die in diesem Raum leben. Aber wir können das Problem umdrehen: Nimm eine Gruppe als abstraktes Objekt, rein mathematisch, erlaube das Vergegenwärtigen von AKTIONEN und untersuche den "Raum, der mit ihm geht", der einzige, in dem diese Aktionen realisiert werden können - "den passenden Raum" mit anderen Worten. Daher geben sich der Raum und seine (Isometrische) Gruppe gegeneitig ihre Existenz.

Aber es gibt noch mehr - die Gruppe generiert die Objekte des Raumes mit dem sie verbunden ist durch die INVARIANZEN DER AKTIONEN EINER UNTERGRUPPE. Laßt uns ein Beispiel geben: Rotationen um einen Punkt im 2D euklidischen Raum schafft eine ihrer Untergruppen. Die invarianten Objekte sind dann die Familie aller Kreise die um diesen Punkt zentriert sind. So definieren wir Kreise druch Therme von Gruppen.



Lauretius, Dichter und römischer Philosoph, 1.Jhd nach Chr, stellte sich vor, dass Objekte aus Atomen bestehen durch Vergleich der Analogie von fließendem Wasser und fließendem Sand. (siehe auch FLIGHT OF FANCY Seite 5-7)

In der 3D euklidischen Gruppe bilden die Rotationen um einen Punkt auch eine ihrer Untergruppen. Wie sehen die Objekte aus, die durch die AKTIONEN DIESER UNTERGRUPPE INVARIANT bleiben? Die Antwort ist, alle Kugeln um diesen Punkt. Das Konzept der INVARIANZ bei dieser oder jener Aktion einer Gruppe oder einer ihrer Untergruppe ist ein fundamentales Konzept der GRUPPENTHEORIE. In der euklidischen Gruppe, in der es keine Zeit gibt, generiert die Gruppe selber die OBJEKTE, die den Raum bevölkern, der mit ihr verknüpft ist,



Wenn wir die Zeit mit hinzunehmen, wird aus der Gruppe eine DYNAMISCHE GRUPPE. Sie kontrolliert nicht mehr statische Objekte, sondern MENGEN VON EVENT-PUNKTEN, die wir TRAJEKTORIEN oder BEWEGUNGEN nennen können. Zu Beginn des 20. Jhd. hat die herausragende deutsche Mathematikerin Emmy Noether (qualifiziert durch Einstein als "Monument der Physik") einem der bedeutensten Theoreme der Physik ihren Namen gegeben. Es besagt, dass es für jede Untergruppe einer dynamischen Gruppe eine INVARIANTE gibt.

In der POINCARE GRUPPE finden wird die UNTERGRUPPE DER ZEITVERSCHIEBUNGEN, dargestellt durch die rechte Matrix. Diese Gruppe hat einen Parameter, eine korrespondierende Invariante, einen Skalar: die Energie E. So definieren wir in Gruppentermen Energie!

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t+\Delta t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Zweite Untergruppe: die Untergruppe der VERSCHIEBUNGEN (Matrix rechts), eine Gruppe mit drei Parametern $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Eine neue Invariante korrespondiert mit dieser Untergruppe:

Das MOMENTUM $\begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

so können wir mit Hilfe DYNAMISCHER GRUPPEN das Momentum definieren. So werden aus den quantifizierbaren Werten der Physik GEOMETRISCHE OBJEKTE und dieser Prozess der GEOMETRISIERUNG DER PHYSIK bildet die Pfeiler MODERNER PHYSIK.

In dem wir das kleine Spiel weiterspielen, können wir die Untergruppe der RAUMZEIT TRANSLATIONEN betrachten (Matrix rechts)

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t + \Delta t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Das invariante Objekt ist hier der MOMENTUM-ENERGIE VIER-VEKTOR $\begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

Was ist der Sinn von QUANTISIERBAREN WERTEN IN DER PHYSIK?
Gute Frage, Antwort: WIR KÖNNEN SIE ADDIEREN!
Die Poincare Gruppe hängt ab von 10 Parametern (wir sagen sie hat 10 Dimensionen in einfacher mathematischer Nerd Terminologie). Es gibt 3 für die räumliche Translation, eine für die zeitliche Dimension. Es bleiben sechs, die die Dimensionen der LORENTZ-GRUPPE repräsentieren, die sich um "Rotationen in der Raumzeit" kümmert. Wir betrachten die Lorentz Gruppe als Untergruppe der Poincare Gruppe:

Noethers Theorem sagt, dass es ein korrespondierendes Objekt geben muss das durch sechs Parameter definiert wird, die invariant für die Aktionen dieser Untergruppe sind.

$$\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi \\ 1 \end{pmatrix} \qquad \xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

In diesem Objekt ist der SPIN versteckt. Souriau zeigte 1972 seine REIN GEOMETRISCHE Natur. Es hat die Dimension eines Winkel-Momentum. Jetzt stellt die Poincare Gruppe die Bewegungen eines RELATIVISTISCHEN MATERIE-PUNKTES dar. Die Interpretation des Spins als rein geometrisches Objekt wird dabei vorgezogen.

Das "MOMENT"

Die Untergruppen stellen eine Art "Abbau der Gruppe, Stück für Stück" dar. Wenn wir das Umgekehrte tun, bauen wir die Gruppe wieder zusammen. Die Menge an Invarianten, die wir vorher gefunden haben, bilden das, was. Souriau "Moment" genannt hat.

$$\text{Moment} = \{ E, p_x, p_y, p_z, \ldots \text{SPIN} \}$$

AKTIONEN DER GRUPPE

Ich kannte Matrizenmultiplikationen: X'=MX, aber ich kannte nicht diesen Weg, eine Gruppe von Matrizen AGIEREN zu lassen um zum Beispiel in einer euklidischen Gruppe Rotationen, Symmetrien und Translationen zusammenzufassen.

$$X' = \begin{bmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times X = \begin{bmatrix} aX + c \\ 1 \end{bmatrix}$$

Cooles Gadget

Es ist alles andere als ein Gadget, ein simpler Trick. Es ist eine AKTION.

Aber es gibt nicht viele Wege eine GRUPPE AGIEREN zu lassen. Da ist diese, und das war's, oder nicht?

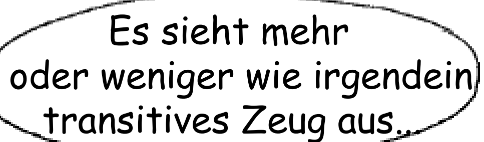


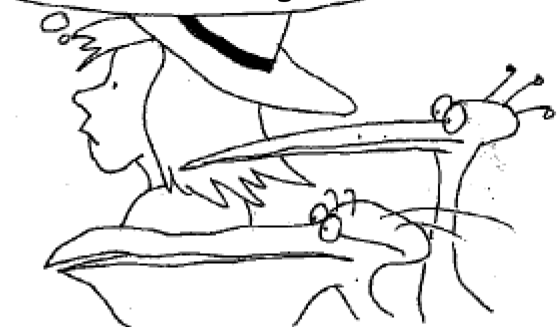


Eine Gruppe AGIERT mit Elementen einer Menge U und diese AKTIONEN sind wie folgt definiert:

Sei g ein Element der Gruppe
Sei o die Operation der Komposition
Sei u ein Element der menge U
$A_g(u)$ ist eine Aktion von g auf U

wenn gilt: $A_{g''}(u) = A_g\left[A_{g'}(u)\right]$





Wenn die Aktion eine einfache Operation der Komposition ist,
$g \circ (g' \circ u) = (g \circ g') \circ u = g'' \circ u$ funktioniert es.
Also ist die Operation der Komposition eine Aktion.



lasst uns etwas ausprobieren:

$$A_{g'}(x) = \begin{bmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a'x + c \\ 1 \end{bmatrix}$$

transformiert X in $X' = a'X + c'$



Ich schreibe $A_g(X') = \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a'X+c' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa'X + ac' + c \\ 1 \end{pmatrix}$

jetzt, bin ich total verloren, ich erkenne gar nichts



Nein, alles OK. Nimm das Produkt der beiden Matrizen

$$\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa' & ac'+c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Du erhälst $\begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$ also

$A_g\left[A_{g'}(X)\right]$ wird zu $A_{g''}(X)$ mit $g'' = g \times g'$

Das bedeutet, dass $\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$ wirklich eine AKTION eines Elementes g der euklidischen Gruppe mit einem Punkt X des Raumes ist.



und genauso ist $\begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi + C \\ 1 \end{pmatrix}$ mit $\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ eine Aktion der POINCARE GRUPPE mit einem "Ereignis Punkt" der Raumzeit.

PASS AUF: EINE GEOMETRIE KANN EINE ANDERE VERSTECKEN

aber es gibt eine WEITERE AKTION der Gruppe mit einem ANDEREN RAUM

Aber ... da ist nur ein Raum, in den Bewegungen eingezeichnet werden, die Raumzeit!?!

Eingeschrieben in die Raumzeit ist nur die TRAJEKTORIE. Die BEWEGUNG spielt sich in zewi Räumen ab, und der zweite ist der PARAMETER DER BEWEGUNG, die ich RAUM VON MOMENTEN nenne.

Da wird es eine zweite Aktion dieser Gruppe geben auf den Punkten des Raumes, also eine zweite Geometrie, die des MOMENTS.



$$\boxed{J' = g \times J \times {}^t g}$$

wobei J eine ANTISYMMETRISCHE Matrix ist

wir können zeigen, dass dies wirklich eine AKTION ist

$$A_g[A_{g'}(J)] = g \times [g' \times J \times {}^t g'] \times {}^t g = g\, g'\, J\, {}^t g'\, {}^t g$$

$${}^t[AB] = {}^t B\, {}^t A \qquad {}^t g'\, {}^t g = {}^t(g\, g') \qquad g'' = g\, g'$$

$$A_g[A_{g'}(J)] = g'' \qquad {}^t g'' = A_{g''}(J)$$

Die J Matrix hat notwendigerweise das selbe Format (5, 5) wie die g Matrix der Gruppe. In einer antisymmetrischen Matrix haben die zur diagonalen symmetrischen Elemente gegensätzliche Vorzeichen. Die Elemente der Diagonalen sind null (und damit = ihrem eigenen Gegenteil). Wir können nun die Komponenten der Matrix zählen

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \ell \\ \hline -\ell & 0 \\ \hline \end{array}$$

(2,2)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & -\ell_z & -\ell_y \\ \hline \ell_z & 0 & -\ell_x \\ \hline -\ell_y & \ell_x & 0 \\ \hline \end{array}$$

(3,3)

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x \\ \hline \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y \\ \hline -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z \\ \hline -f_x & -f_y & -f_z & 0 \\ \hline \end{array}$$

(4,4)

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x & -p_x \\ \hline \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y & -p_y \\ \hline -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z & -p_z \\ \hline -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ \hline p_x & p_y & p_z & E & 0 \\ \hline \end{array}$$

(5,5)

Format	Anzahl Komponenten
(2,2)	1
(3,3)	3
(4,4)	6
(5,5)	10



Ich kann diese antisymmetrische Matrix J des Formates (5, 5) in eine antisymmetrische Matrix des Formates (4, 4) zerlegen und einen VIER-VEKTOR p mit vier Komponenten. So kann ich die Berechnungen der Aktion der Poincare-Gruppe mit dieser Moment-Matrix J einfacher zeigen.

$$J = \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x & -p_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y & -p_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z & -p_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ p_x & p_y & p_z & E & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_y & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -p_x \\ -p_y \\ -p_z \\ -E \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix} \quad (0)$$

$$M = \begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_x \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \qquad P = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ E \end{pmatrix}$$

$$^tP = \begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix}$$

$$J = \begin{pmatrix} M & -P \\ ^tP & 0 \end{pmatrix} \qquad g = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Von dieser Warte aus ist die Zerlegung logisch



wir müssen nur die Details zeigen $J' = g \times J \times {}^tg$

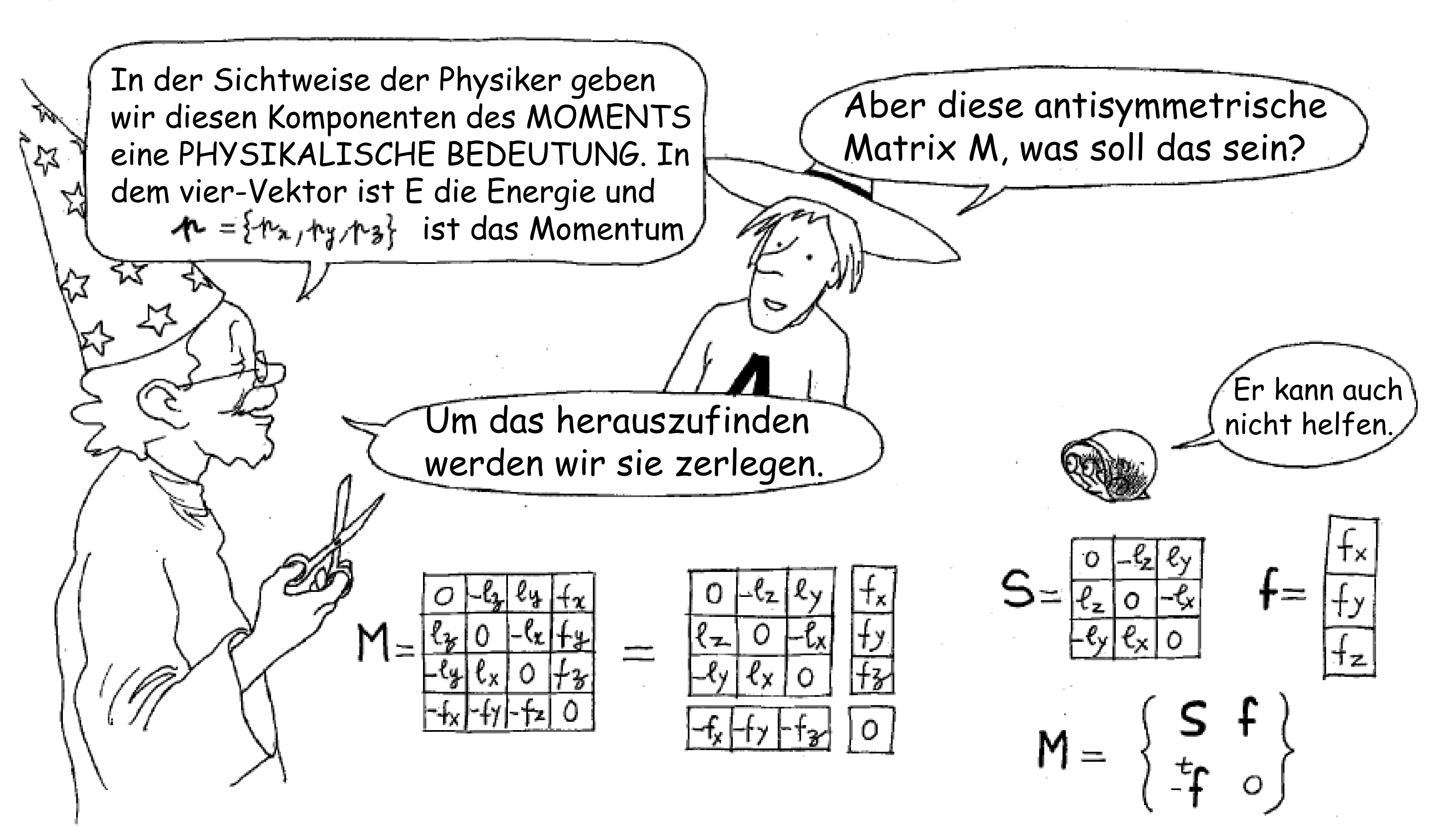
$$ {}^t g = \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix} \qquad J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M & -P \\ {}^tP & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix} $$

$$ J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M\,{}^tL - P\,{}^tC & -P \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL & -LP \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix} $$

$$ M' = LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL $$
$$ P' = LP $$

Coole Sache. Aber werden diese großartigen Formeln mir irgendwie helfen?





Die Geschwindigkeit V wird impliziet angegeben in der Matrix L der Lorentz Gruppe. Wenn wir eine Bewegung in eine bestimmte Richtung betrachten, zum Beispiel z mit einer Geschwindigkeit V und einer Verschiebung $\Delta z = c$ und wenn $c = V\Delta t$ ist, dann sind wir in einem Koordinatensystem, wo wir der Bewegung eines Partikels entlang der Raumzeitverschiebung folgen.
Dann können wir zeigen, dass der Vektor f Null ist.



Die Methode der GEOMETRISCHEN QUANTIFIZIERUNG, die er entwarf, erlaubt es zu zeigen, dass dieser Spin S nur ein Vielfaches einer festen Größe sein kann: h. Wir haben gesehen, dass die Tatsache, dass ein Partikel eine elektrische Ladung hat, equivalent ist mit der Aussage dass es sich in einem Raum mit FÜNF DIMENSIONEN bewegt, den Dimensionen des KALUZA. Durch die Tatsache, dass diese Dimension in sich geschlossen ist, kann die elektrische Ladung quantifiziert werden. In der Raumzeit existiert eine "geschlossene Form" durch die ein Objekt identisch ist mit sich selbst unter einer Rotation von 360°. Die Quantifizierung des Spins bei einer bestimmten Messung folgt aus dieser Eigenschaft. Während der Erforschung des "Gruppen" Werkzeugs und der Geschlossenheit der 5. Dimension konnte Souriau die Entstehung der Klein-Gorden Gleichung der Poincare Gruppe zeigen (und die Schrödingergleichung der Galileon Gruppe, einer dynamischen Gruppe, die die Bewegung eines nicht-relativistischen Material Punktes betrachtet)

Structure of dynamic systems. Birkhauser ed.
und auf der Seite von J.M.Souriau http://www.jmsouriau.com

DIE INVERSION DER ENERGIE FOLGT AUS DER INVERSION DER ZEIT

Wir haben vorher gesehen, dass sich Elemente der Lorentz Gruppe schreiben lassen in der Form:

$$L = \mu L_o \qquad \mu = \pm 1$$

wobei L_o die Elemente der orthogonalen Untergruppe repräsentiert (die die Zeit nicht invertieren). In dieser Form wird die Aktion geschrieben als:

$$M' = L_o M \, {}^tL_o - \mu L_o P \, {}^tC + \mu C \, {}^tP L_o$$

$$P' = \mu L_o P$$

Lasst uns die einfachste Aktion betrachten, die die Zeit invertiert ($\mu = -1$). Wir wählen aus der orthochronen Untergruppe L_0 die Identitätsmstrix I. Lasst uns die Raumzeit-Verschiebungen C vergessen. Das Element dieser Gruppe wird geschrieben als:

$$g = \begin{pmatrix} -I & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Die Aktion in der Raumzeit, der Raum von Trajektorien, reduziert sich zu:

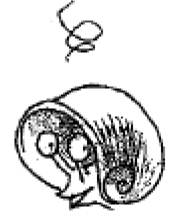
$$\xi' = -\xi \quad \Rightarrow \quad t \Rightarrow -t$$

Es ist die Inversion der Zeit auf der Trajektorie. Die Aktion auf dem Moment ist:

$$M' = M \quad \Rightarrow$$ also bleibt der Spin S unverändert

$$P' = -P \quad : \quad E \rightarrow -E$$

Das ist es! Es war hart,
aber wir sind angekommen!



ANHANG 4: DIE ANTIMATERIE

Auf Seite 40 haben wir die Idee entwickelt, dass wenn ein Materiepunkt die elektrische Ladung e hat, wir seine Verschiebung nicht in vier, sondern in fünf Dimensionen betrachten müssen.

$$\{t, x, y, z, \zeta\}$$

ζ ist die fünfte Dimension oder KALUZA-DIMENSION.
Wir haben die MINKOWSKI-METRIK auf Seite 137 eingeführt:

$$ds^2 = {}^t d\xi \, G \, d\xi = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

wir werden von einem hyperbolisch riemannschen KALUZA-RAUM starten, definiert durch seine Signatur (+ - - - -) und seine Gram Matrix:

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \text{ bei } G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Die Metrik des Kaluza-Raumes ist

$$d\Sigma^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\varsigma^2$$

$$\mathbf{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{\xi} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{\Omega} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \varsigma \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\xi} \\ \varsigma \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \\ \varsigma \end{pmatrix}$$

$$d\Sigma^2 = {}^t d\boldsymbol{\Omega}\, \Gamma\, d\boldsymbol{\Omega}$$

Wenn wir nach der Isometriegruppe dieses Kaluza Raumes suchen, werden wir eine Gruppe finden, dessen Matrizenrepräsentation sehr nach der Poincare-Gruppe aussieht, allerdings mit einer extra Dimension:

$$\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{mit} \quad {}^t\Lambda \Gamma \Lambda = \Gamma$$

Diese Gruppe agiert auf Punkten im Kaluza-Raum

$$\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \boldsymbol{\Omega} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Lambda \boldsymbol{\Omega} + C \\ 1 \end{pmatrix}$$

Der Vektor C repräsentiert dieses Mal eine Translation mit fünf Dimensionen:

$$C = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta \zeta \end{pmatrix}$$

die Translationen entlang der Dimension ζ repräsentiert dabei eine Untergruppe dieser Gruppe:

wobei die Matrixrepräsentation dabei ist:

eine Untergruppe mit 1 Parameter

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta\zeta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta + \Delta\zeta \\ 1 \end{pmatrix}$$

Nun besagt Noethers Theorem, dass ein neuer Skalar unter den Aktionen dieser Untergruppe invariant sein wird, und dieser Skalar ist

DIE ELEKTRISCHE LADUNG e

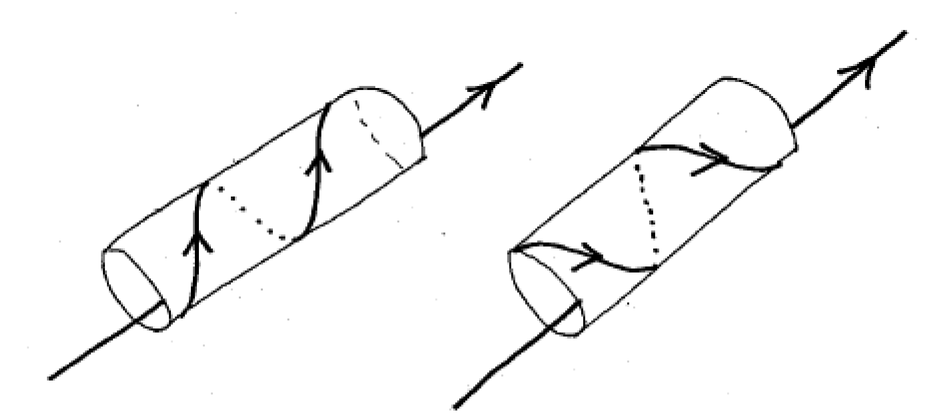
die Kaluza-Gruppe wird aus einer Gruppe Λ gebildet, die Lorentz-Gruppe ist eine ihrer Untergruppen:

$$\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Hier ist eine weitere Untergruppe der Kaluza-Gruppe

$$\begin{pmatrix} L & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ \zeta \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi \\ \mu\zeta \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{mit} \quad \mu = \pm 1$$

die Elemente ($\mu = -1$) dieser Gruppe invertieren die fünfte Dimension. Wir nutzen wieder die Graphik auf Seite 42 (die fünfte Dimension ist geschlossen):



Die "einhüllende Richtung" der Bewegung des Partikels ist invertiert. Wir zeigen, dass dies zu einer Invertierung der elektrischen Ladung e führt

Das kann keine geometrische Definition von Antimaterie sein. “Ein Partikel hat QUANTENLADUNGEN und eine elektrische Ladung e” ist nur eine davon. Aber wir können die Idee dahinter erkennen: "die Satzung der Antimaterie hängt von der Art der Bewegung un höheren Dimensionen ab"

DIE ORTHOCHRONISCHE und ANTICHRONSCHE LORENTZ UNTERGRUPPE

Die LORENTZ-GRUPPE hat vier Komponenten

L_n (neutral), L_s (invertiert den Raum), L_t (invertiert die Zeit), L_{st} (invertiert Raum und Zeit)

Die "neutrale Komponente" ist eine Untergruppe, die das Einheitselement beinhaltet, anders als die drei anderen Mengen und die weder die Zeit noch den Raum invertiert. Unten sind einige Matrizen dargestellt, die zu den Mengen gehören ($\in$ heißt "gehört zu" und { } heißt Menge)

$$\begin{pmatrix} 1&0&0&0\\ 0&1&0&0\\ 0&0&1&0\\ 0&0&0&1 \end{pmatrix} \in \{L_n\} ; \begin{pmatrix} 1&0&0&0\\ 0&-1&0&0\\ 0&0&-1&0\\ 0&0&0&-1 \end{pmatrix} \in \{L_s\} ; \begin{pmatrix} -1&0&0&0\\ 0&1&0&0\\ 0&0&1&0\\ 0&0&0&1 \end{pmatrix} \in \{L_t\} ; \begin{pmatrix} -1&0&0&0\\ 0&-1&0&0\\ 0&0&-1&0\\ 0&0&0&-1 \end{pmatrix} \in \{L_{st}\}$$

ANHANG 5
ZWILLINGSGRUPPE

Wir können diese vier Mengen von Matrizen in zwei Untermengen einteilen:

$$L_o \left(\text{ortho-chronisch} \right) = \{ L_n , L_s \} \qquad L_a = \{ L_t ; L_{st} \}$$

Die erste Menge ist eine Untergruppe der Lorentz-Gruppe.
Die Neugruppierung erlaubt uns zu schreiben :

$$L = \mu L_o \text{ mit } \mu = \pm 1 \text{ da } L_t = -L_s \; ; \; L_{st} = -L_n$$

In dieser langen Matrizenberechnugn, die wir uns nicht trauten, hier darzustellen (der man aber leicht folgen kann) beinhaltet die einfachste "AKTION" der Komponenten der Poincare-Gruppe auf dem "Moment-Raum" die Relation (Souriau 1972)

$$\begin{pmatrix} E' \\ p'_x \\ p'_y \\ p'_z \end{pmatrix} = L \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} = \mu L_o \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$$

Das Element $\mu = -1$ korresponidert mit der ANTICHRONISCHEN Transfornation, die die Zeit invertiert. Die Identitätsmatrix (4, 4) ist Teil der Lorentz-Gruppe. Wenn wir uns limitieren und nur die Zeit invertieren, sehen wir, dass dies die Energie invertiert, aber auch das Momentum p

$$p = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} \qquad \boxed{E' = -E \qquad p' = -p}$$

Wenn wir die Kaluza-Gruppe nehmen $\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

können alle Berechnungen im 5D wiederholt werden und wir erhalten unter anderem:

$$\pi = \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \\ e \end{pmatrix} \qquad \pi' = \Lambda \pi$$

wir können diese Gruppe Λ in zwei Komponenten zerlegen, wobei eine orthochronisch, die andere antichronisch ist und schreiben

$$\Lambda = \mu \Lambda_o \quad \text{mit} \quad \mu = \pm 1$$

die ANTICHRONISCHE Komponente ($\mu = -1$)
invertiert

- Die Energie E
- Das Momentum p
- Die elektrische Ladung e

Wir können Λ ausdrücken durch die orthochrone Untermenge L_0 der Lorentz-Gruppe und durch Addition von ($\lambda = \pm 1$) führen wir (auf den zwei Blättern) die Materie-Antimaterie Dualität ein

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \mu L_o & 0 \\ 0 & \lambda \end{pmatrix}$$

Die Untergruppe der Kaluza-Gruppe, die wir ausgewählt haben, wird dann geschrieben als

$$\begin{pmatrix} \mu L & 0 & \Delta \xi \\ 0 & \lambda & \Delta \zeta \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ \zeta \\ 1 \end{pmatrix}$$

ANHANG 6:
IMAGINÄRE RÄUME
HAST DU EINE SEELE?

Wir erinnern uns, dass wir zwei kosmischen, sich gegenseitig beeinflussenden Untermengen von entgegengesetzten Massen und Energien durch zwei Blätter darstellen können, wie die Bedeckung einer Projektion, die im Fall von zwei Dimensionen (t, x) zu einer BOY-OBERFLÄCHE wird (*).
Wir haben auch gezeigt, dass die zwei "Pole", einer repräsentiert den BIG BANG, der andere den BIG CRUNCH, anstatt identifiziert zu werden, sich als Gateway darstellt, eine Brücke, die die beiden Blätter verbindet. Dadurch verschwindet die Singularität und weiterhin, im 2D, gibt es dem Objekt des Universums die Topologie eines Torus T2, eingerichtet durch eine Bedeckung zweier Blätter einer Klein K2 Flasche (nachzulesen in "Das Topologikon"). Der Grenzraum ist dann der Kreis S1.

(*) im Detail dargestellt in "Das Topologikon"

Wenn wir uns im 5D plazieren, müssen wir annehmen, dass wir eine Lösung mit zwei Metriken konstruieren können des Typs

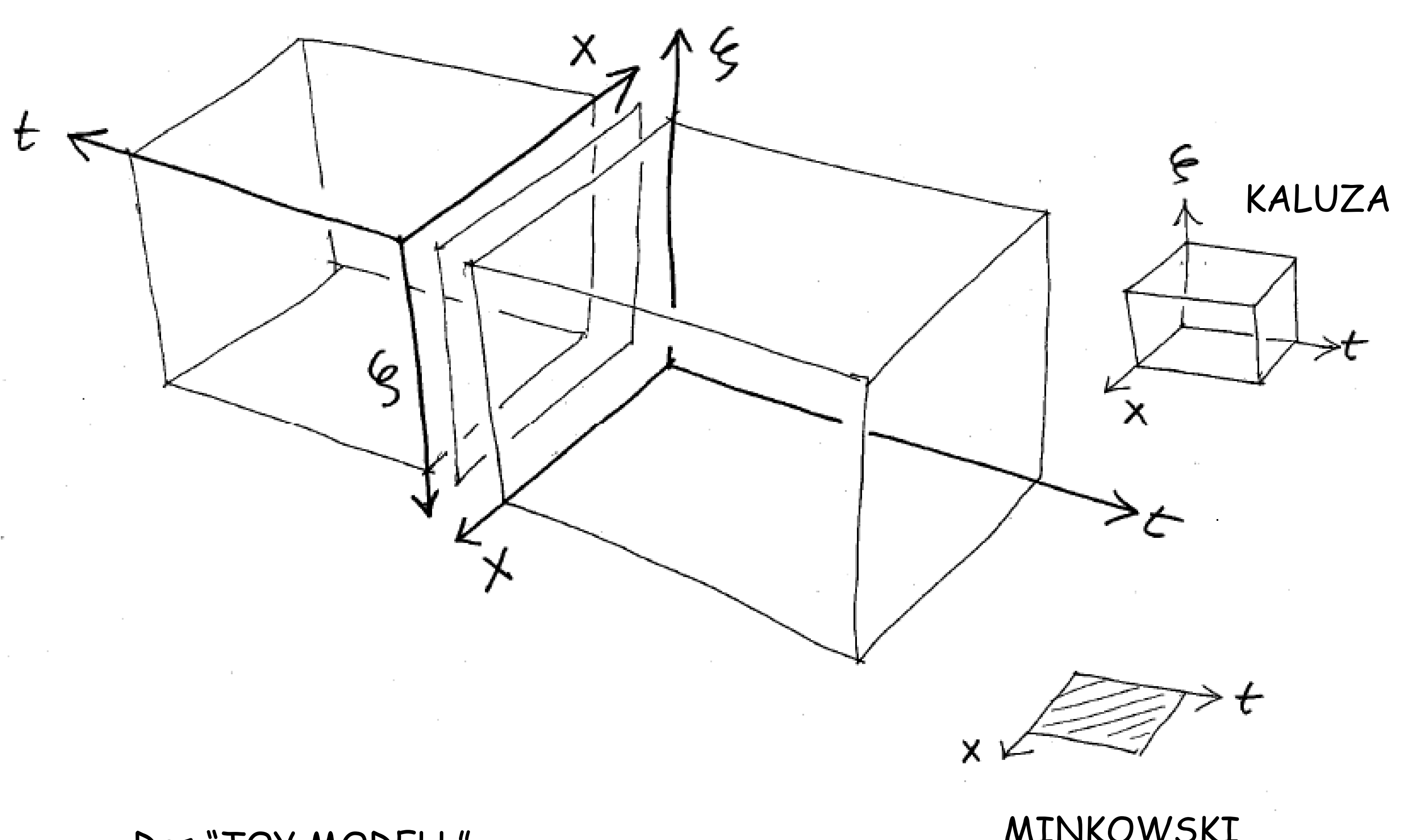
$$d\Sigma^2 = R^2 \left[dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right]$$

In dem primitiven Universum (siehe auch SCHNELLER ALS DAS LICHT) vor dem SYMMETRIEBRUCH waren die zwei Skalierungsfaktoren (Warpfaktoren) vermutlich gleich. An der Verzweigung gibt es eine Dimensionsdegeneration. Die Metrik des Grenzraumes wird dann zu:

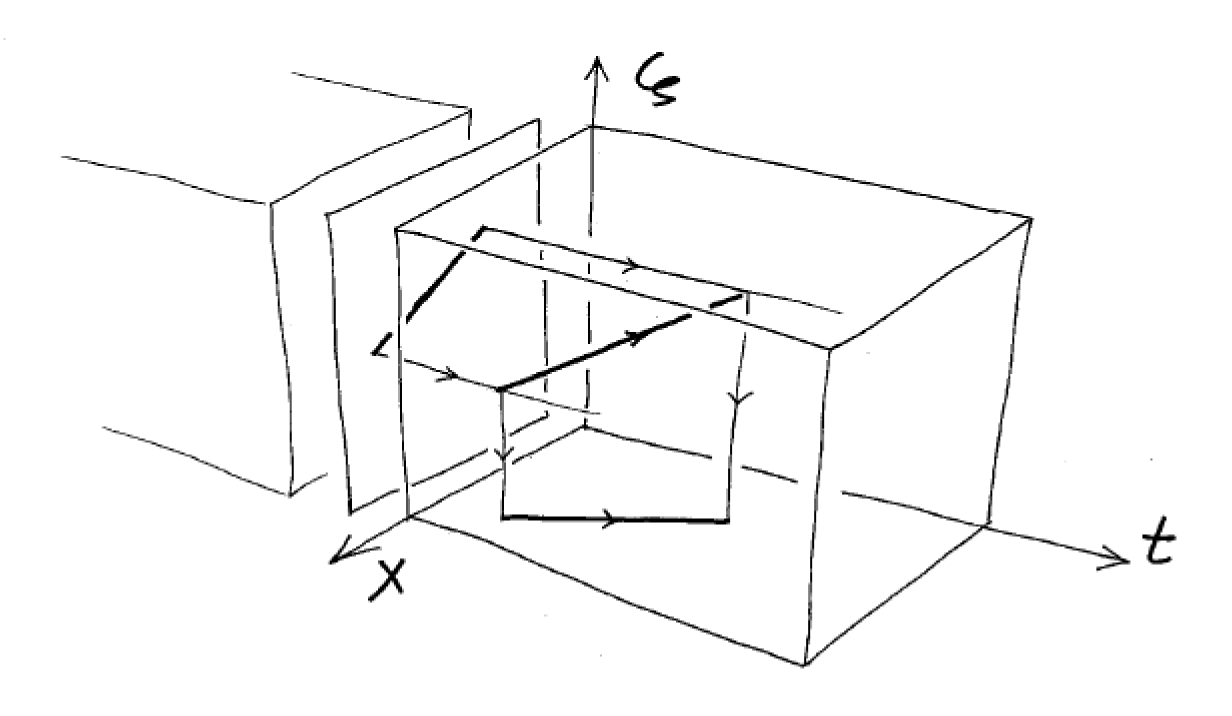
$$d\sigma^2 = R_{min}^2 \left[- dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right] < 0$$

IN DIESEM GRENZRAUM IST DIE LÄNGE REIN IMAGINÄR.
KANN DAS AUF EINE REIN IMAGINÄRE ZEIT ÜBERTRAGEN WERDEN?

IN JEDEM FALL, WELCHE (META)PHYSIKALISCHE RELEVANZ SOLLEN WIR DIESER GEOMETRISCHEN STRUKTUR GEBEN?



Das "TOY MODELL"



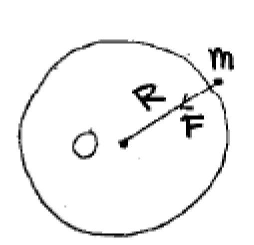
Niemand hat es jemals gewagt, ein Modell davon zu entwickeln, welche Folgerung diese Korrellation hat: DIE AUSWAHL. Oben haben wir ein vergnügliches Bild wo eine "Linie des Schicksals", achronisch, eingeschrieben in diesen Grenzraum (x, y, z, ζ) von Signatur (- - - -) sich auf sich selbst abbildet in einer unendlichen Anzahl möglicher Wege in einer der beiden Blätter der Raumzeit (X, t), die Auswahl einer solchen, oder die Wahl einer solchen Projektion repräsentiert den GRAD DER FREIHEIT

hier hören wir auf...



ANHANG 7: NEWTONSCHE LÖSUNGEN

1934 sorgten Milne und Mac Crea für eine große Überrachsung, durch Nutzen der Newtonschen Gesetzes und einiger Berechnungen, kamen sie auf Friedmanns Gleichung, dem Gesetz Evolution einer charakteristischen Dimension R des Universums. Die Methode besteht aus der Betrachtung eines kleinen Teils des Universums, das eine Kugel mit dem Radius R beinhaltet, zentriert um O, p sei die Massedichte in dieser Kugel. Dann schauen wir, welcher Beschleunigung R'' diese Masse ausgesetzt ist, angenommen, der Punkt O bleibt fest. Dann können wir zeigen, dass die Radialkraft, der die Masse m ausgesetzt ist, limitiert ist durch eine Masse M = $\frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ die an der Stelle O gelegen ist und die die Masse repräsetiert, die in der Kugel mit dem Radius R enthalten ist.



$$F = \frac{-Gm}{R^2}\frac{4}{3}\pi R^3 \rho = m R''$$

wir erhalten die Differentialgleichung:

$$R'' = -\frac{1}{R^2}\left(\frac{4\pi G \rho R^3}{3}\right)$$

Wenn die Masse erhalten bleibt $\rho R^3 = C^{te}$ erhalten wir die Friedmann'sche Gleichung.

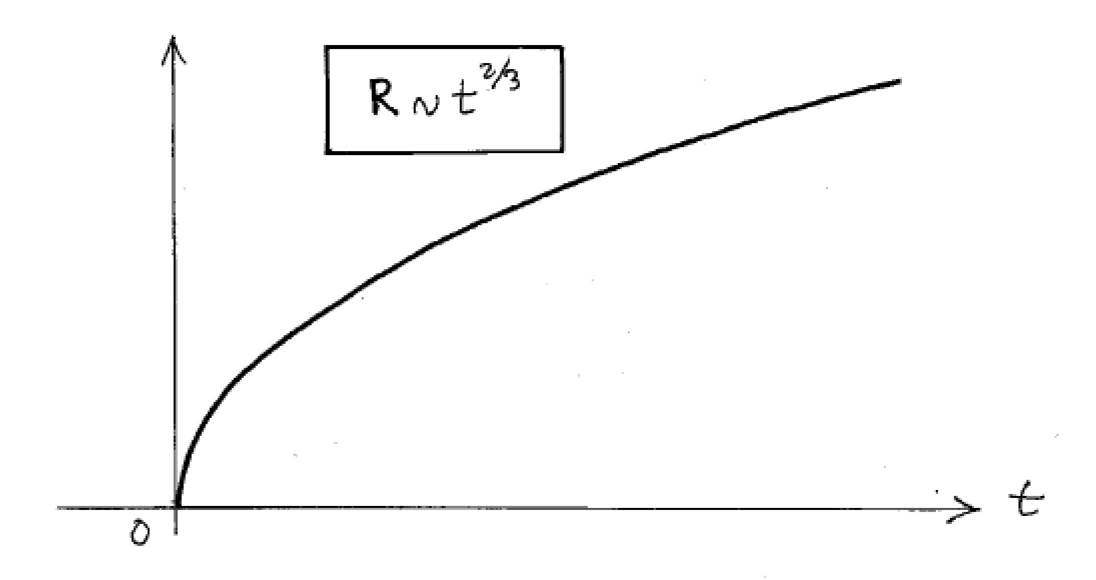
$$R'' = -\frac{a^2}{R^2}$$

die drei Lösungen hat, die alle eine Verzögerung darstellen, unendlich für R= 0, dann abnehmend, wenn die Zeit zunimmt und R(t) expandiert. wir werden nach einer Regel suchen in

$$R \sim t^n$$

$$R' = n a^2 t^{n-1} \quad ; \quad R'' = n(n-1) a^2 t^{n-2} \quad ; \quad R^2 R'' = n(n-1) a^6 t^{3n-2}$$

was zu einer parabolischen Lösung führt.



Stell dir vor, dass die Entwicklung des Universums beherrscht wird durch zwei Arten von Inhalten, eins ist die positive Masse m^+, das andere ist die negative Masse m^-. Vielmehr, das haben wir in diesem Comic Buch versucht zu erklären, wird diese Expansion getrieben durch zwei SKALIERUNGSFAKTOREN R^+ und R^- (Warp Faktoren).

Lasst uns eine positive Masse m^+ betrachten, die auf einer Kugel mit dem Radius R^+ liegt, dessen Zentrum als fest angenommen wird. Durch die Newtonsche Approximation kann die Beschleunigung $R^{+''}$ ausgerechnet werden, die auf diese Masse wirkt. Dies kann ausgerechnet werden wie vorher unter Berücksichtigung der Quantität positiver Masse, die in der Kugel enthalten ist (und auf den Mittelpunkt zurückgeführt wird).

$$\frac{4}{3}\pi \rho^+ {R^+}^3$$

Wir müssen weiter die OFFENSICHTLICHE MENGE negativer Masse betrachten, die ebenfalls in der Kugel enthalten ist, die ist:

$$\frac{4}{3}\pi \rho^- {R^+}^3 \quad \text{mit} \quad \frac{\rho^-}{\rho^+} = \frac{{R^+}^3}{{R^-}^3}$$

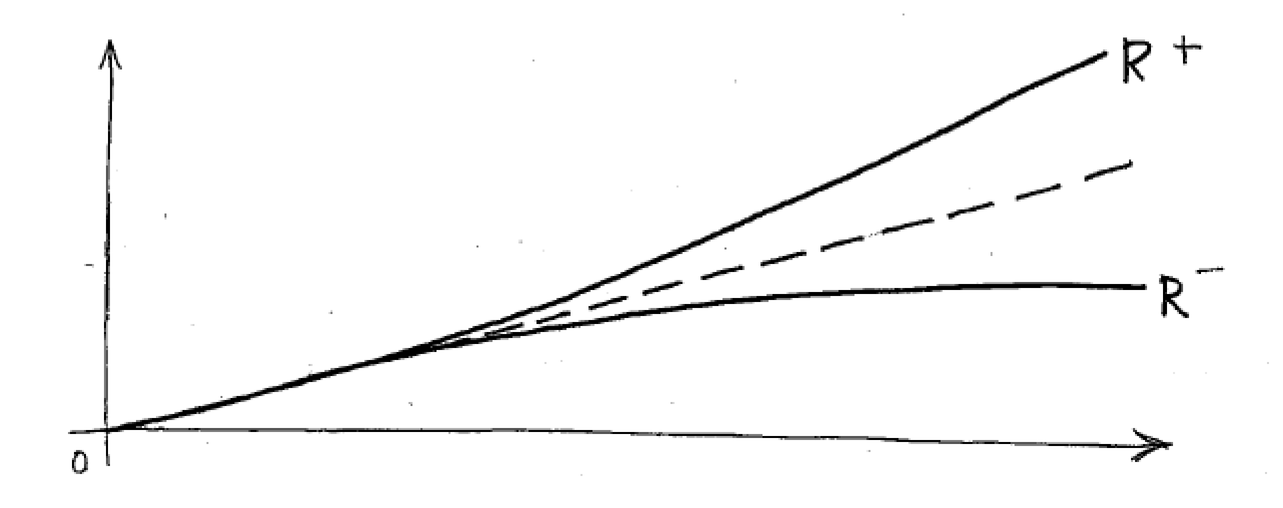
Die Differentialgleichung $R^+(+)$ ist dann:

$$R^{+''} = -\frac{G m^+}{{R^+}^2} \times \frac{4\pi {R^+}^3}{3}\left(\rho^+ - \rho^-\right) = \frac{-a^2}{{R^+}^2}\left(1 - \frac{{R^+}^3}{{R^-}^3}\right)$$

Durch die selben Überlegungen und diesmal unter Verwendung der $R^{-''}$ Beschleunigung durch eine negative Masse m^- und unter Berücksichtigung der (willkürlichen) Konstanten gleich 1, erhalten wir ein System von zwei gekoppelten Differrnzialgleichungen:

$$\begin{cases} R^{+''} = -\dfrac{1}{(R^+)^2}\left(1 - \dfrac{(R^+)^3}{(R^-)^3}\right) \\[2ex] R^{-''} = -\dfrac{1}{(R^-)^3}\left(1 - \dfrac{(R^-)^3}{(R^+)^3}\right) \end{cases}$$

die eine lineare (instabile) Lösung erlaubt $\quad R^+ = R^- \sim t$



Die Instabilität dieser Lösung unter der Annahme, dass die positive Masse einer späten Beschleunigung ausgesetzt ist, wird uns die Illusion der Aktion DUNKLER ENERGIE zeigen.

Diese zwei Welten bestehend aus Energie und Masse mit unterschiedlichen Vorzeichen interagieren miteinander. In dem auf der vorhergehenden Seite diskutierten Fall beschleunigt die dichtere negative Masse das Phänomen der Expansion der positiven Masse, verbunden mit dem Skalierungsfaktor $R^+(+)$. Das gegenteilige Phänomen passiert in der "Negawelt", wo Beobachter, selber aus negativer Masse aufgebaut, und Signale erhaltend, die durch NEGATIVEENERGIE PHOTONEN übertragen werden, eine Verlangsamung der Expansion feststellen würden.

Der Start der Kurve, wo die Expasion linear aussieht, mag inkompatibel mit Beobachtungen sein. Aber an diesem Punkt kommt der SYMMETRIEBRUCH dazwischen und eine VARIATION DER KONSTANTEN, im Besonderen die Lichtgeschwindigkeit. Ohne das läßt sich die weitreichende Gleichheit des primitiven Universums nicht erklären. All das wurde beschrieben im Album:

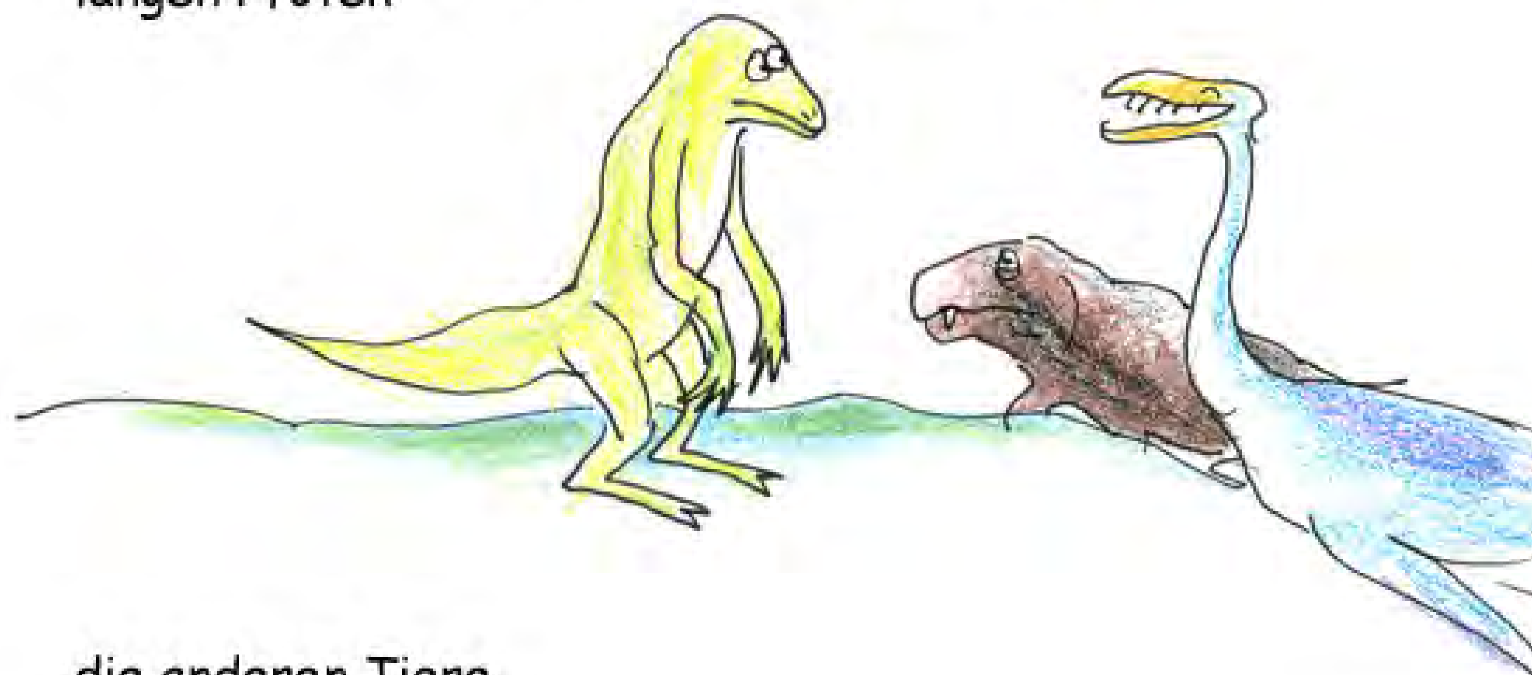
SCHNELLER ALS DAS LICHT

Geschichte der kleinen Echse, die eines Tages, das Fliegen erlernte

Übersetzung: Pascale Franck

Es war einmal eine kleine Eidechse mit langen,
langen Pfoten





die anderen Tiere
verspotteten sie

Eines Tages erlebte die Echse
eine große Überraschung:
Federn begannen auf ihren
Armen zu sprießen





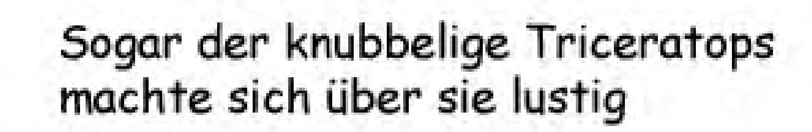
auf den Pfoten,
auf dem Kopf

sogar auf dem Schwanz

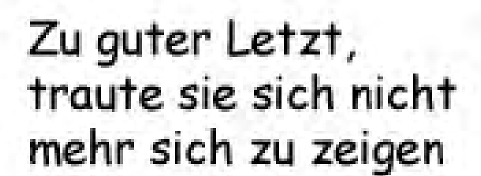
Nun aber machten sich ALLE Tiere über sie lustig

Ihr Onkel der Stegosaurus, welcher ein Gehirn hatte so groß wie eine Nuss

Ihr Vetter der Pteranodon



Sogar der knubbelige Triceratops
machte sich über sie lustig



Zu guter Letzt,
traute sie sich nicht
mehr sich zu zeigen



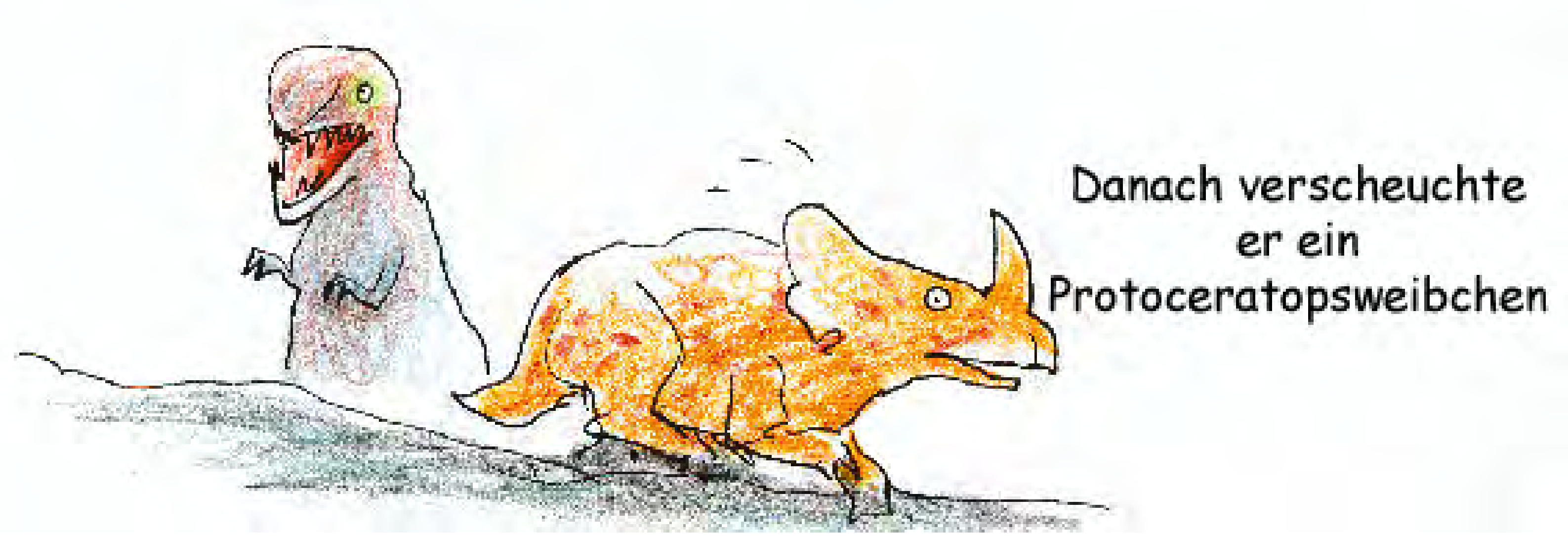
Eines Tages bebte die Erde im Jurassicwald,
verursacht durch polternde Schritte

Furchterregende Schreie eines
Tieres hallten durch den Wald



der Tyrannosaurus Rex
war da

Er fiel über ein Entenschnabeldinosaurier her, der ihm gerade über den Weg lief





um sich über die Eier
her zu machen

Da erblickte er die kleine Echse, die starr vor
Angst war über diese schreckliche Erscheinung

Schnell wollte sie fliehen,
nur ihre zu langen Pfoten
hinderten sie beim Laufen

Von Zeit zu Zeit drehte die kleine Echse sich um und sah diesen riesigen Schatten, der näher und näher kam



Der Tyrannosaurus Rex lechzte hinter der kleinen, fliehenden Kreatur her und
ließ sie nicht aus den Augen



Keiner von beiden bemerkte, dass sie auf einen Abgrund zuliefen


17
Nun, als die kleine
Echse es sah, sagte sie
sich, wenn ich schon
sterben muss, ist es
besser ich breche mir
das Genick, als von
diesem hässlichen
Ungeheuer gefressen
zu werden
Ein letztes Mal breitete sie die Arme aus und
sprang mit geschlossenen Augen in die Tiefe
Mit funkelnden Augen sprang der
Tyrannosaurus Rex hinterher, um sie zu
erwischen

Der Tyrannosaurus fiel in die Tiefe

ARGL ...

und brach sich das Genick

Die kleine Echse war ganz erstaunt, dass sie noch am Leben war




9
Elegant sieht das nicht gerade aus, aber immerhin bleibe ich in der Luft
Oh Schreck! Wie soll ich denn jetzt landen ...
Wenigstens habe ich mir nichts gebrochen
Wozu dienen diese Dinger eigentlich?
Wissen Sie, ich bin heilfroh, dass ich die habe. Ohne diese Dinger wäre ich vorhin in einem Schlund gelandet



Die kleine Echse, die nun fliegen konnte, flog munter weiter



Die Wissenschaftler, die immer alles kompliziert benennen müssen, nannten ihn Archaeopteryx, und sehen in ihm den Urvogel.



Die Abenteuer des Anselm Wüßtegern

Tausend Milliarden Sonnen!

Jean-Pierre Petit

Wissenschaft ist vielleicht die raffinierteste Form der fantastischen Literatur...

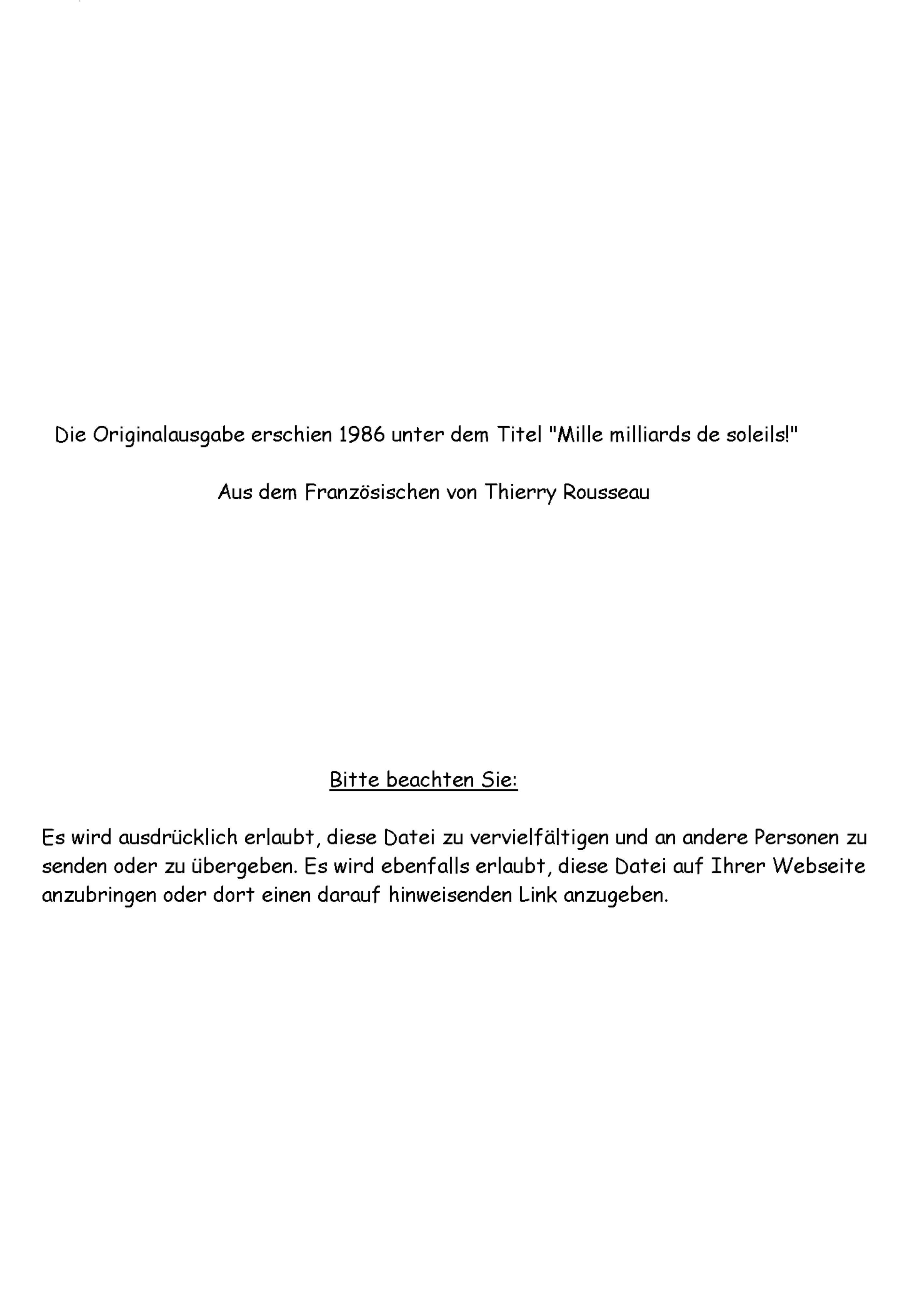
Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

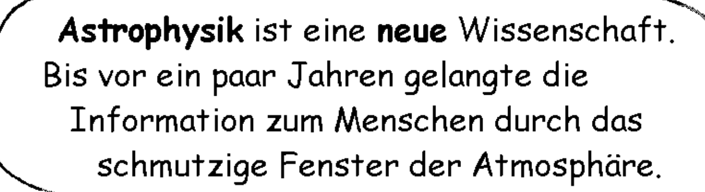


Die Originalausgabe erschien 1986 unter dem Titel "Mille milliards de soleils!"

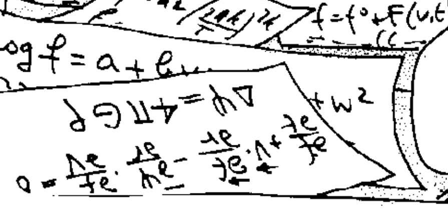
Aus dem Französischen von Thierry Rousseau

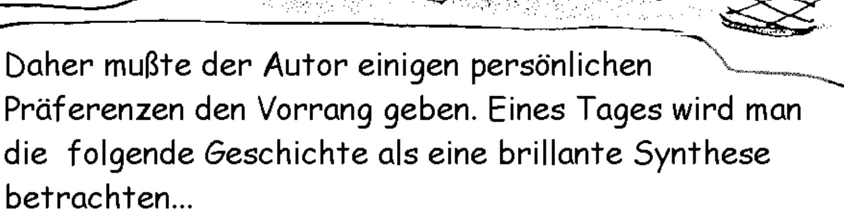
Jean-Pierre Petit

Warnung

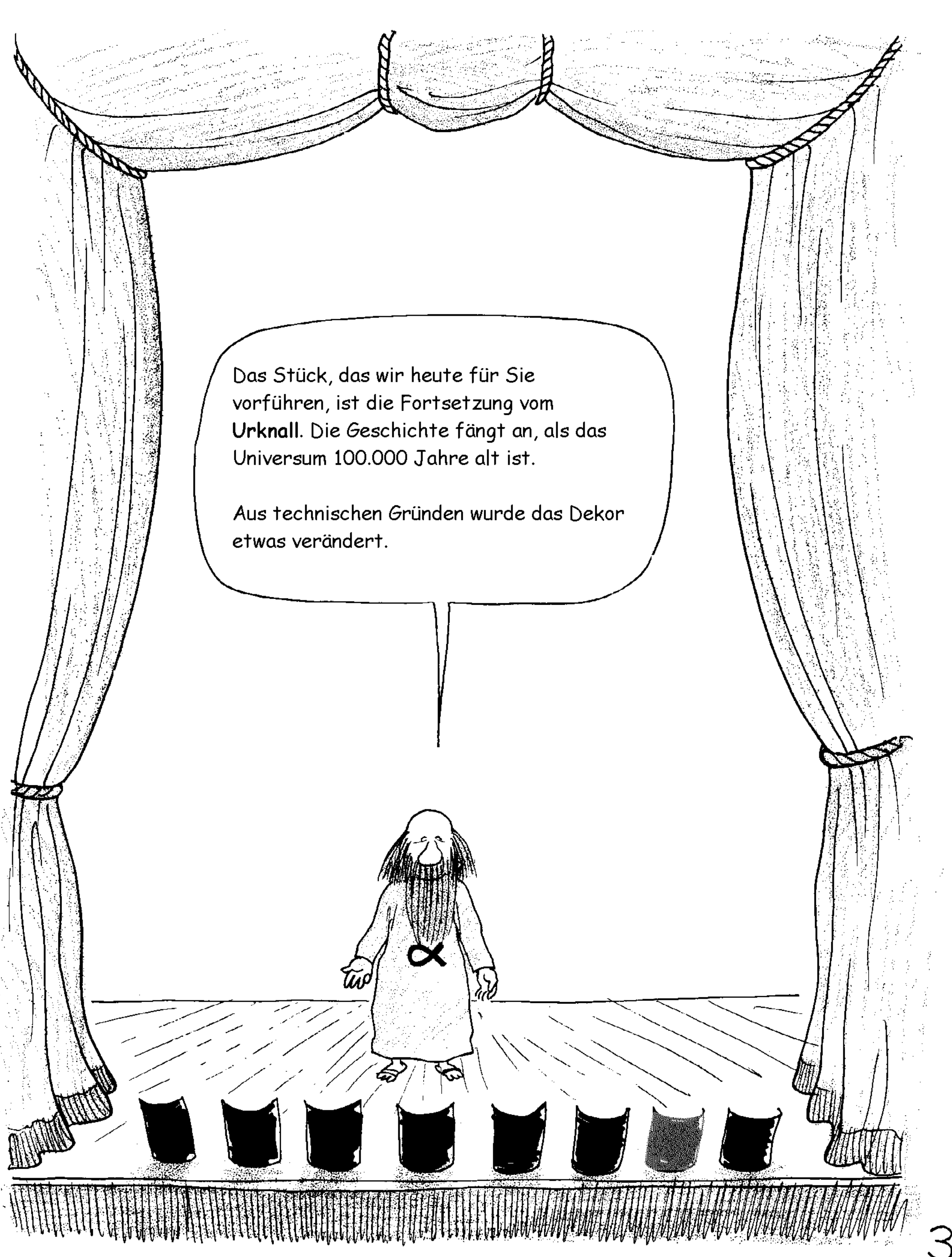




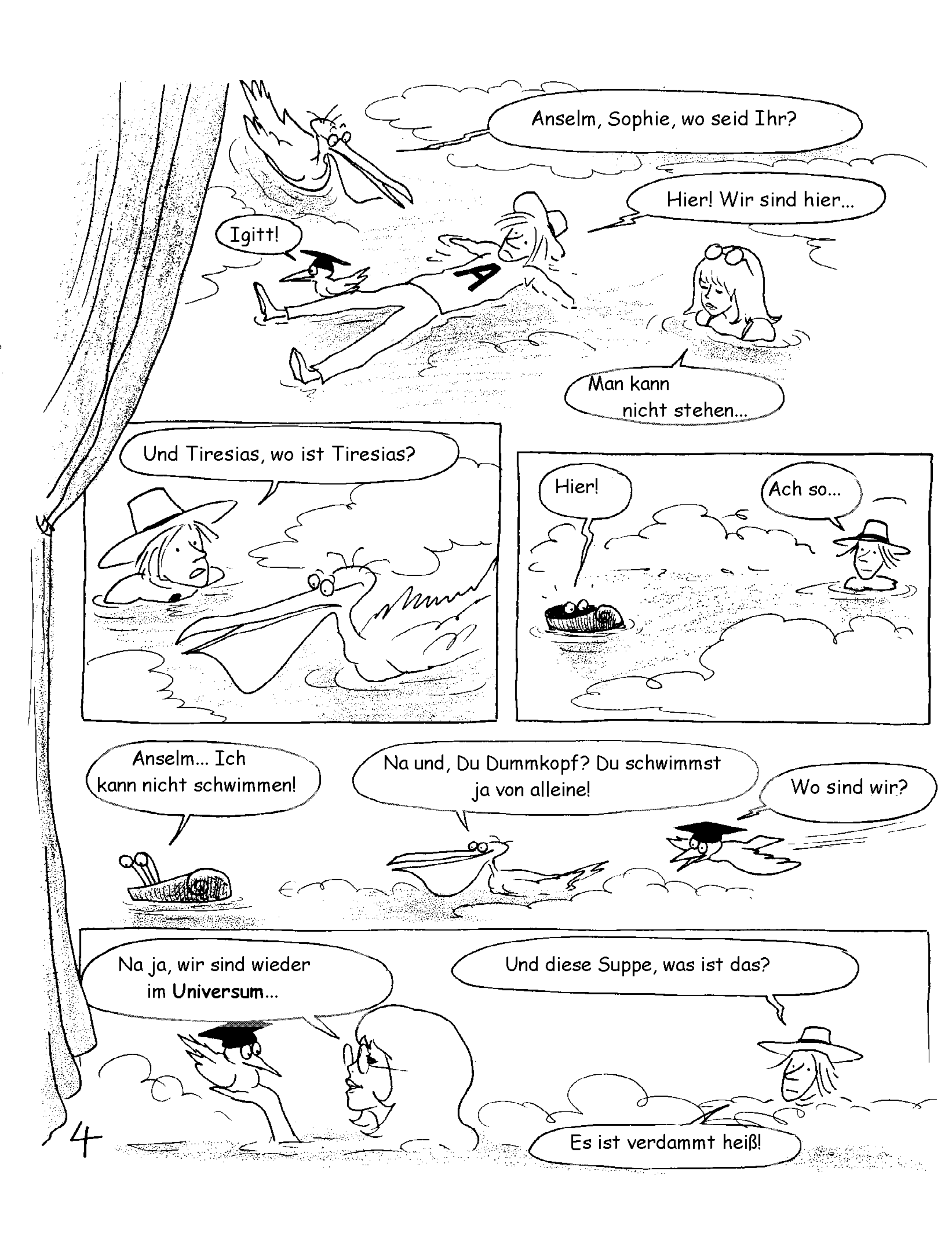







Das Stück, das wir heute für Sie vorführen, ist die Fortsetzung vom **Urknall**. Die Geschichte fängt an, als das Universum 100.000 Jahre alt ist.
Aus technischen Gründen wurde das Dekor etwas verändert.

Das Planet-Universum




Diese Suppe, junger Mann, das ist die Materie.
Nanu, da sind Sie ja wieder!
Am Anfang schwebte der Geist Gottes auf dem Wasser...
Schnell..
Hör auf, Du Ikonoklast Du!
Oh, schaut mal, ein Wunder!
Ach was, er kann stehen, das ist alles
Ach ja, stimmt.

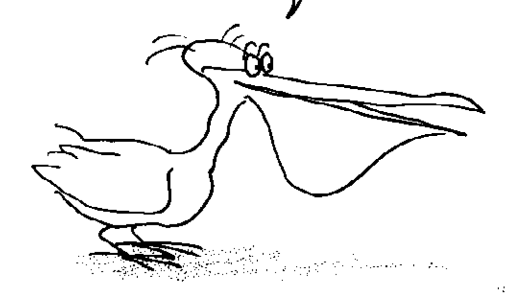


(*) siehe "**Der Urknall**"



(*) Der Durchmesser eines Loches entspricht der **Wellenlänge** des zugehörigen Photons.

Druck ist doch etwas, das mit **Gasen** zu tun hat, oder?

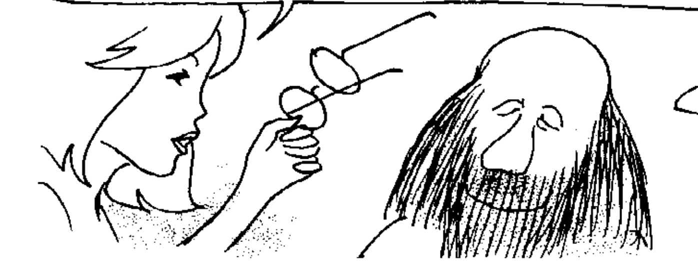


Ja, aber eine Menge Photonen bildet auch ein Gas, das ja einen Druck besitzt...



Aber **Vakuum** ist diese Menge Photonen. Demnach ist also **Vakuum** ein **Gas**? O weia!

Eigentlich bilden **Materie** und **Vakuum**, d.h. dieses aus den ersten Photonen bestehende Gas, eine **homogene Mischung**. Wenn ich richtig verstehe, haben Sie aber in diesem Modell beide getrennt. Infolge der **Ausdehnung** dieses **Planet-Universums**, das ja wie ein Gebäck im Ofen funktioniert, nimmt der **Strahlungsdruck** ab. Im Übrigen simuliert die Dicke des "Materie-Gas" die **Volumendichte** der Materie, die ebenfalls abnimmt.

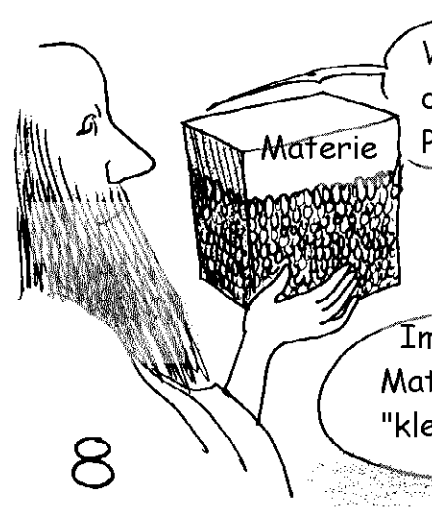




Wie ist die Wechselwirkung dieser beiden Medien?

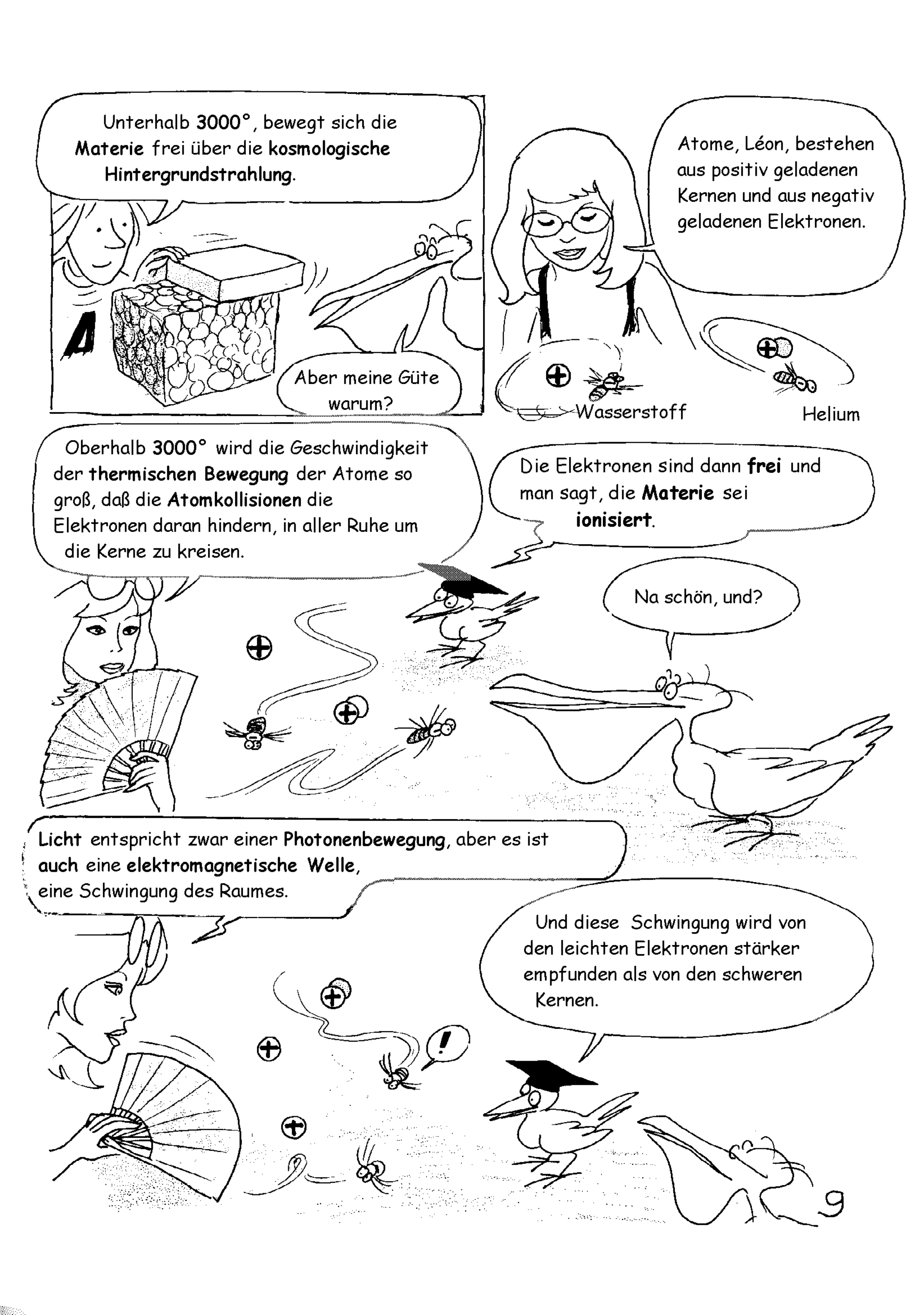
Wechselwirkung von Strahlung & Materie

Wenn die Temperatur des Universums höher als **3000°** ist, ist die Materie mit der Hintergrundstrahlung, d.h. mit den ersten Photonen **gekoppelt**.



Wie bitte?

Im Grunde ist es, als ob die Materie auf dem Vakuum "kleben" würde...


Unterhalb 3000°, bewegt sich die Materie frei über die kosmologische Hintergrundstrahlung.
Aber meine Güte warum?
Atome, Léon, bestehen aus positiv geladenen Kernen und aus negativ geladenen Elektronen.
Wasserstoff
Helium
Oberhalb 3000° wird die Geschwindigkeit der thermischen Bewegung der Atome so groß, daß die Atomkollisionen die Elektronen daran hindern, in aller Ruhe um die Kerne zu kreisen.
Die Elektronen sind dann frei und man sagt, die Materie sei ionisiert.
Na schön, und?
Licht entspricht zwar einer Photonenbewegung, aber es ist auch eine elektromagnetische Welle, eine Schwingung des Raumes.
Und diese Schwingung wird von den leichten Elektronen stärker empfunden als von den schweren Kernen.
!

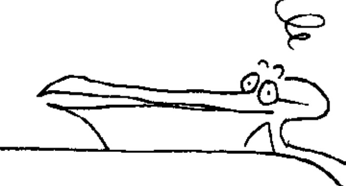
In einem Gas ist eine sich propagierende Schwingung eine Druckwelle (*), eine Schallwelle. Demnach wäre also Licht eine... Strahlungsdruckswelle, die sich mit **300.000 km/Sek**. fortpflanzt.

In einem Gas ist die Geschwindigkeit der thermischen Bewegung der Teilchen in etwa gleich der Schallgeschwindigkeit. In einem "Photonengas" ist es nicht anders.



Ich muß zugeben, daß dieses Photonengas eine meiner besten Erfindungen ist. Hiermit sind Wellen und Teilchen **Hose wie Jacke**.

Gut, nehmen wir an:
1) ein **ionisiertes Gas** steht in starker Wechselwirkung mit einem "Photonengas".
2) "**Vakuum**" besteht aus einem Photonengas.
3) Dann "klebt" die ionisierte Materie am Vakuum.



Wenn die Temperatur der Materie im Universum **3000°** unterschreitet, dann verbinden sich die Elektronen mit den Kernen. Dadurch werden sie weit unempfindlicher gegenüber den elektro-magnetischen Schwingungen.

Die Verbindung zwischen **Materie** und **Hintergrundstrahlung** lockert sich, und die Atome können sich frei im **Vakuum** bewegen.





(*) Voir **SI ON VOLAIT ?** Éditions BELIN

(*) siehe: **Warum kann ich nicht fliegen?**

Na ja. Aber unter unseren Füßen befindet sich, sagte man mir, ein löcheriger Schaumstoff. Das verstehe ich nicht. **Photonen**... stehen doch nicht fest da?

Ach was, Léon, das mit dem Schaumstoff , das ist doch nur ein bequemes Bild, um den Raum und die **Urstrahlung** darzustellen, die er beinhaltet.

Gut. Mir sagte man nun, daß **Vakuum** existiere nicht. Aber wenn ich die Photonen wegnehme, was bleibt denn da übrig?

Nichts...

Entkopplung

Ey, Du hast das **Chronotron** wieder eingeschaltet!

KLONK...

Nun, der **Materiepegel** sinkt. Die Temperatur hat **3000°** unterschritten.

Bravo!

Und wir haben nun **700.000** Jahre überschritten!

Materie bewegt sich nun frei über dem **Grund**. Es sieht so aus, als ob sie abgeklebt worden wäre.



Die gravitationelle Instabilität

Das ist normal. Wenn Materie sich an einem Punkt ansammelt, **krümmt sie den Raum**, und weitere Materie wird angezogen. (*)

Daher entsteht eine Vielfalt an Pfützen, wo die **Materie kondensiert**.

(*) Man spricht von einem **Gravitationsfeld**.



Na ja, eigentlich sind die Dellen gar nicht so tief.
Das alles stagniert ja die ganze Zeit.
Der Schaumstoff ist noch zu **kompakt**, als daß tiefe Dellen entstehen könnten. Sogar große Pfützen verursachen nur ganz leichte Krümmungen. Wir müssen warten, bis sich das Universum entspannt, damit der Grund weich genug wird...
...der **Strahlungsdruck** beträgt noch drei zehntausendstel des heutigen irdischen Atmosphärendrucks.
Drei zehntausendstel des Atmosphärendrucks!... Das nennen Sie einen zu großen Druck?
Ja, die **Gravitationskraft** ist nämlich so schwach, daß dieser Druck ausreicht, ihr entgegenzuwirken.
Ach ja, stimmt... Diese Kraft ist ja die schwächste aller Naturkräfte.
Die Kompaktheit des Schaumstoffes (der Strahlungsdruck) hindert also den Grund daran, Dellen zu bilden und Materie kann daher schlecht kondensieren. Durch die Ausdehnung des Universums verringert sich aber diese Kompaktheit, dieser Druck. Aber wie lange muß man warten, bis die Gravitationskraft die Oberhand gewinnt?
Etwa **4,5** Milliarden Jahre.



Die Jeans-Länge

Im Übrigen, warum gibt es überhaupt diese Pfützen? Warum bleibt nicht das Universum überall gleich? Ich möchte gern verstehen, warum dies so und nicht anders geschieht.

Genau! Probieren geht über studieren...

MATIERE

Zuerst untersuche ich, wie sich ein Klumpen Materie auf einem **starren** Grund verhält.

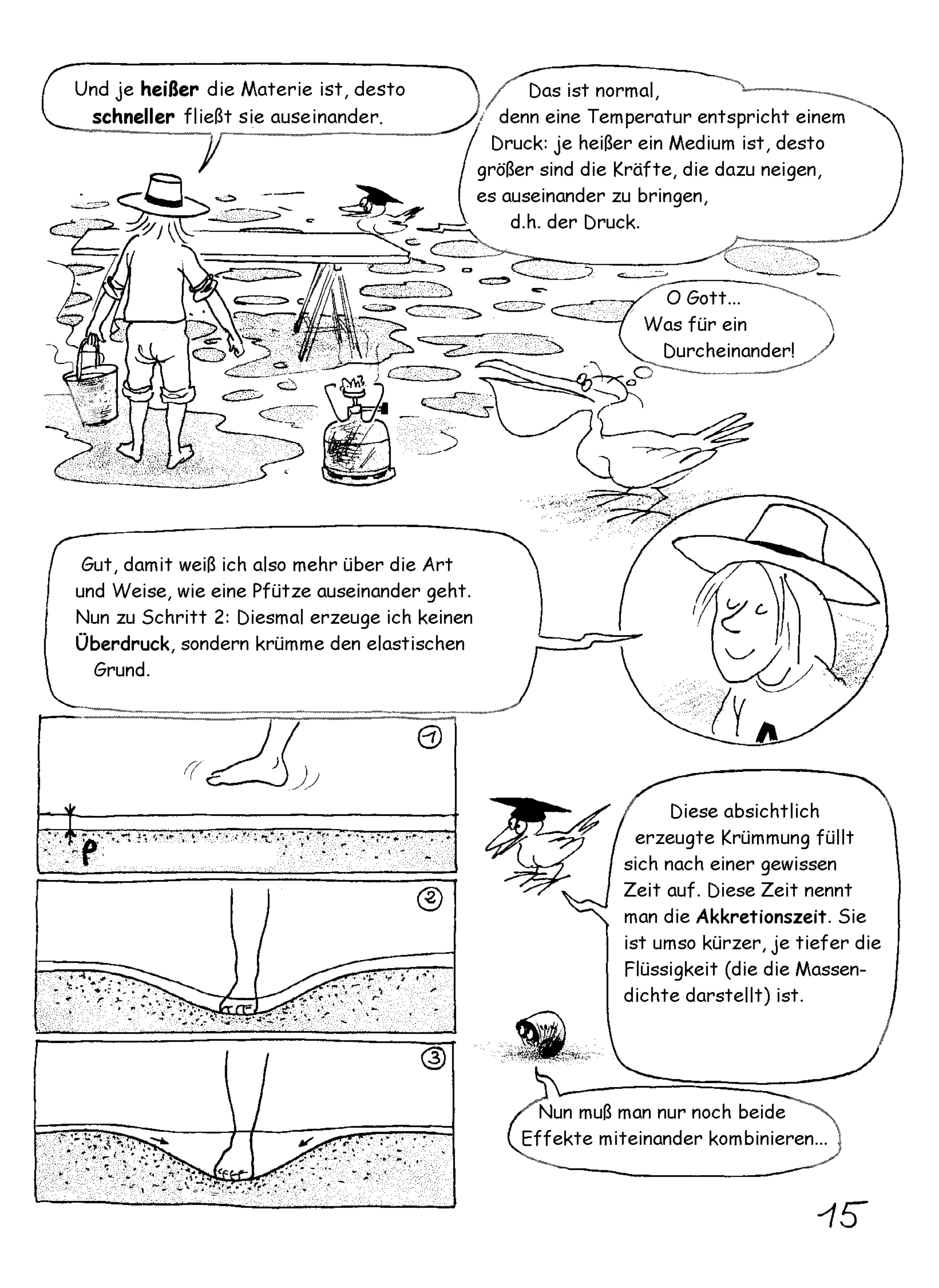
MATIER

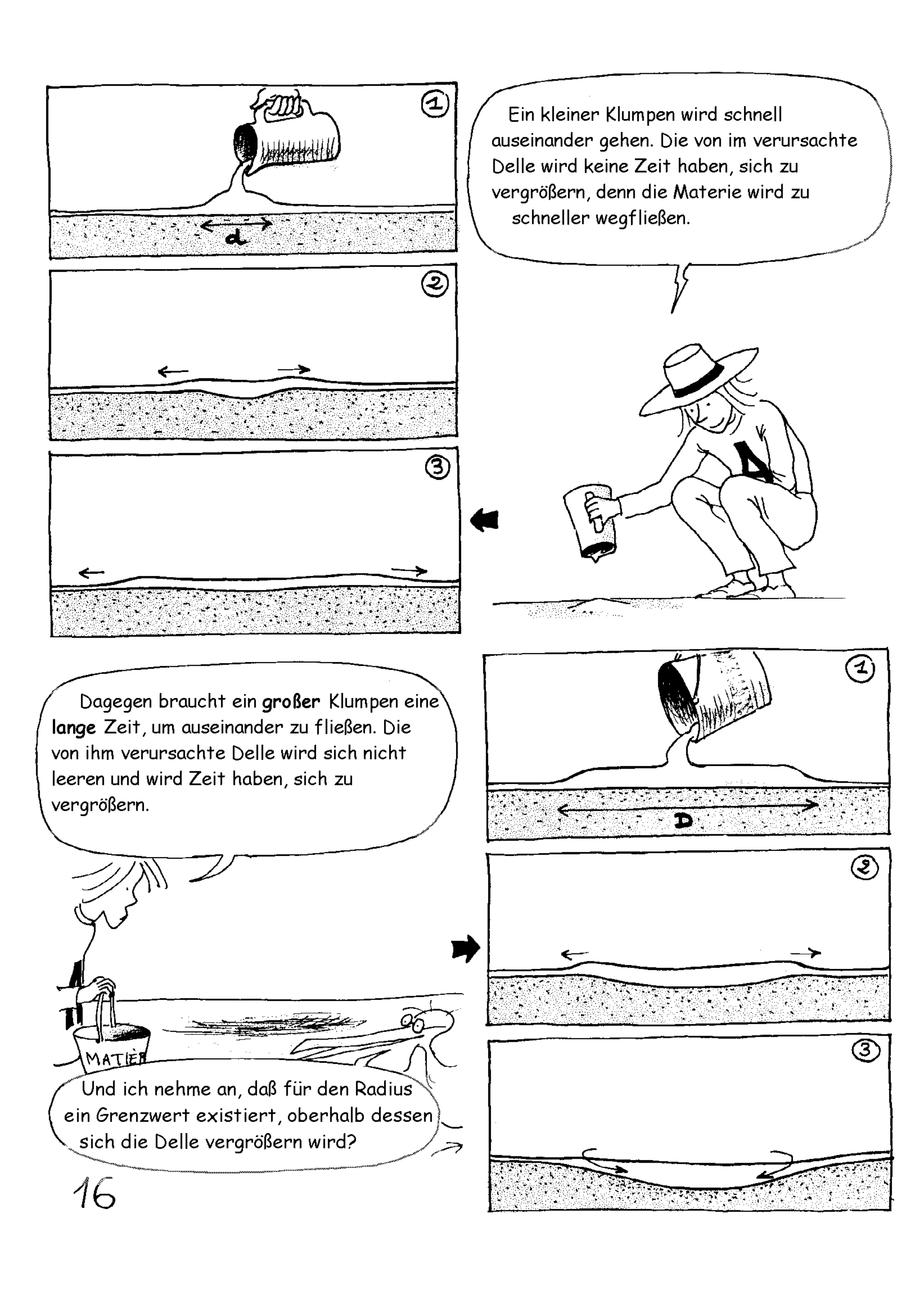
Er braucht eine gewisse Zeit, um auseinander zu fließen.

Die Kraft, die für das Auseinanderfließen der Materie verantwortlich ist, ist der **Druck**, der die Materie dazu bewegt, so viel Raum wie nur möglich zu besetzen.

A

Anscheinend ist die Zeit, die die Pfütze braucht, um ihren Radius zu verdoppeln, proportional zu ihrem ursprunglichen Radius.


Und je **heißer** die Materie ist, desto **schneller** fließt sie auseinander.
Das ist normal, denn eine Temperatur entspricht einem Druck: je heißer ein Medium ist, desto größer sind die Kräfte, die dazu neigen, es auseinander zu bringen, d.h. der Druck.
O Gott... Was für ein Durcheinander!
Gut, damit weiß ich also mehr über die Art und Weise, wie eine Pfütze auseinander geht. Nun zu Schritt 2: Diesmal erzeuge ich keinen **Überdruck**, sondern krümme den elastischen Grund.
1
p
2
3
Diese absichtlich erzeugte Krümmung füllt sich nach einer gewissen Zeit auf. Diese Zeit nennt man die **Akkretionszeit**. Sie ist umso kürzer, je tiefer die Flüssigkeit (die die Massendichte darstellt) ist.
Nun muß man nur noch beide Effekte miteinander kombinieren...



Ein kleiner Klumpen wird schnell auseinander gehen. Die von im verursachte Delle wird keine Zeit haben, sich zu vergrößern, denn die Materie wird zu schneller wegfließen.
d
D
Dagegen braucht ein **großer** Klumpen eine **lange** Zeit, um auseinander zu fließen. Die von ihm verursachte Delle wird sich nicht leeren und wird Zeit haben, sich zu vergrößern.
MATIÈR
Und ich nehme an, daß für den Radius ein Grenzwert existiert, oberhalb dessen sich die Delle vergrößern wird?

Korrekt! Das ist der **Radius** (oder die Länge) von **Jeans** (*). Und tatsächlich haben alle entstandenen Pfützen einen Radius, der ziemlich nahe an diesen Grenzwert kommt.

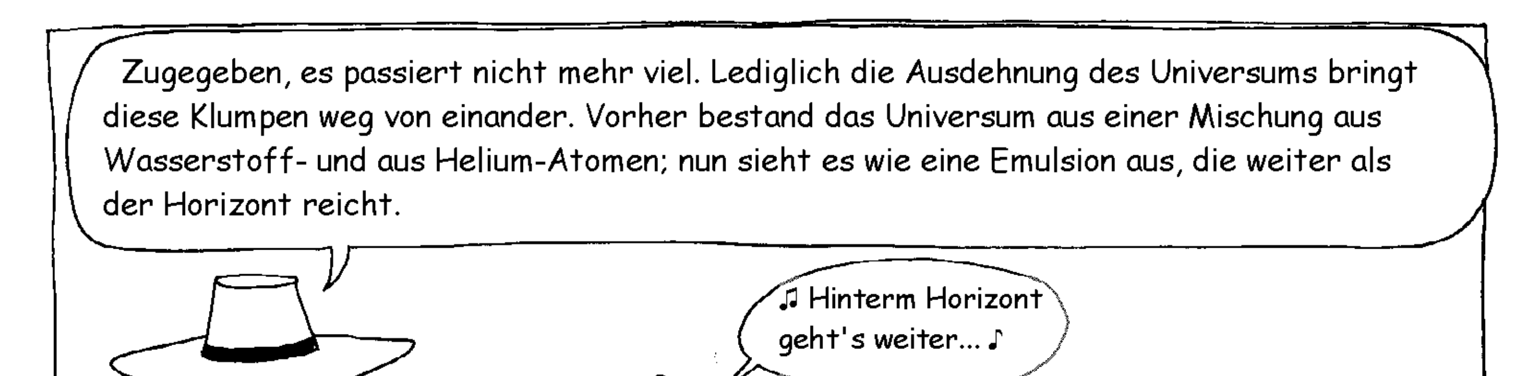
Na, schön. Das Phänomen der **gravitationnellen** Instabilität verursacht die Fragmentierung der Materie und so entstehen diese Art Klumpen mit einem Radius in der Größenordnung der Jeans-Länge. Na und?

In diesen Klumpen wird die Materie komprimiert und heiß. Ihre Temperatur steigt bis **3000°**. Folge: sie wird ionisiert und es entstehen reichlich freie Elektronen. Die Kopplung zwischen Materie und **Hintergrundstrahlung** tritt wieder zutage. Materie "klebt" wieder am "Vakuum".

Materie versucht, diesen Hintergrund, das Photonengas, mit sich mitzunehmen. Da aber die Hintergrundstrahlung noch nicht weich genug ist, wird die Materie daran gehindert, weiter zu kondensieren.

Anders gesagt, das Universum wird von diesen Dingern bevölkert, deren Temperatur etwa 3000° ist und deren Masse zehntausend bis hunderttausend Sonnenmassen beträgt.

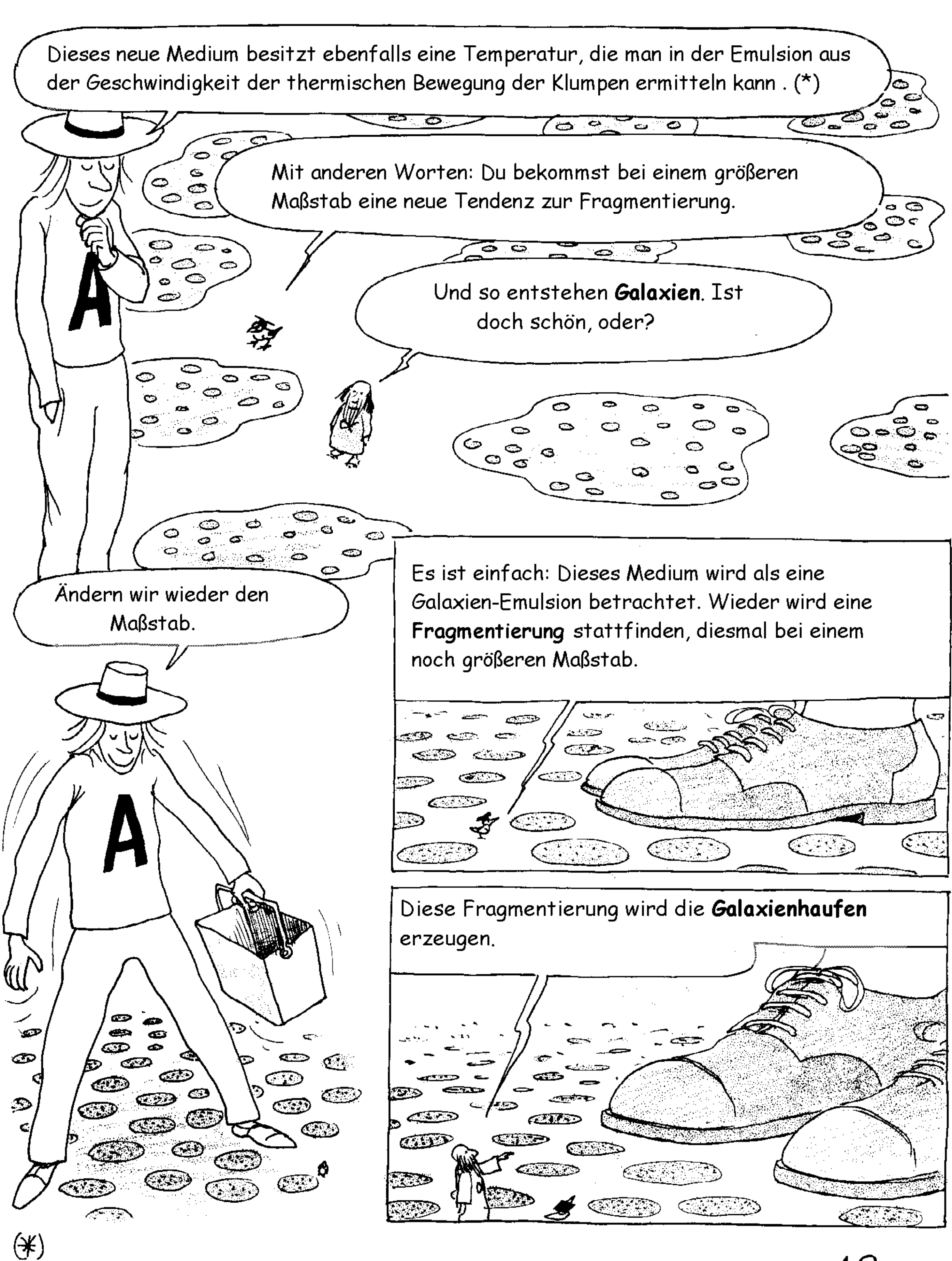
(*) Sir James Jeans, englischer Astronom (1877-1946)



Der Makrokosmos



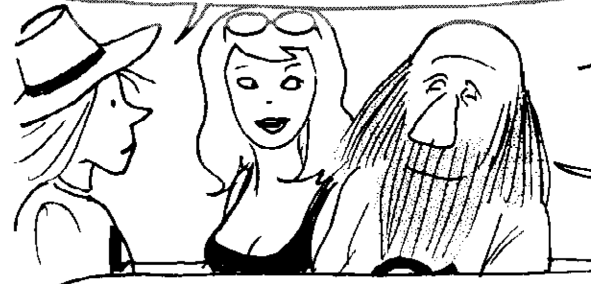




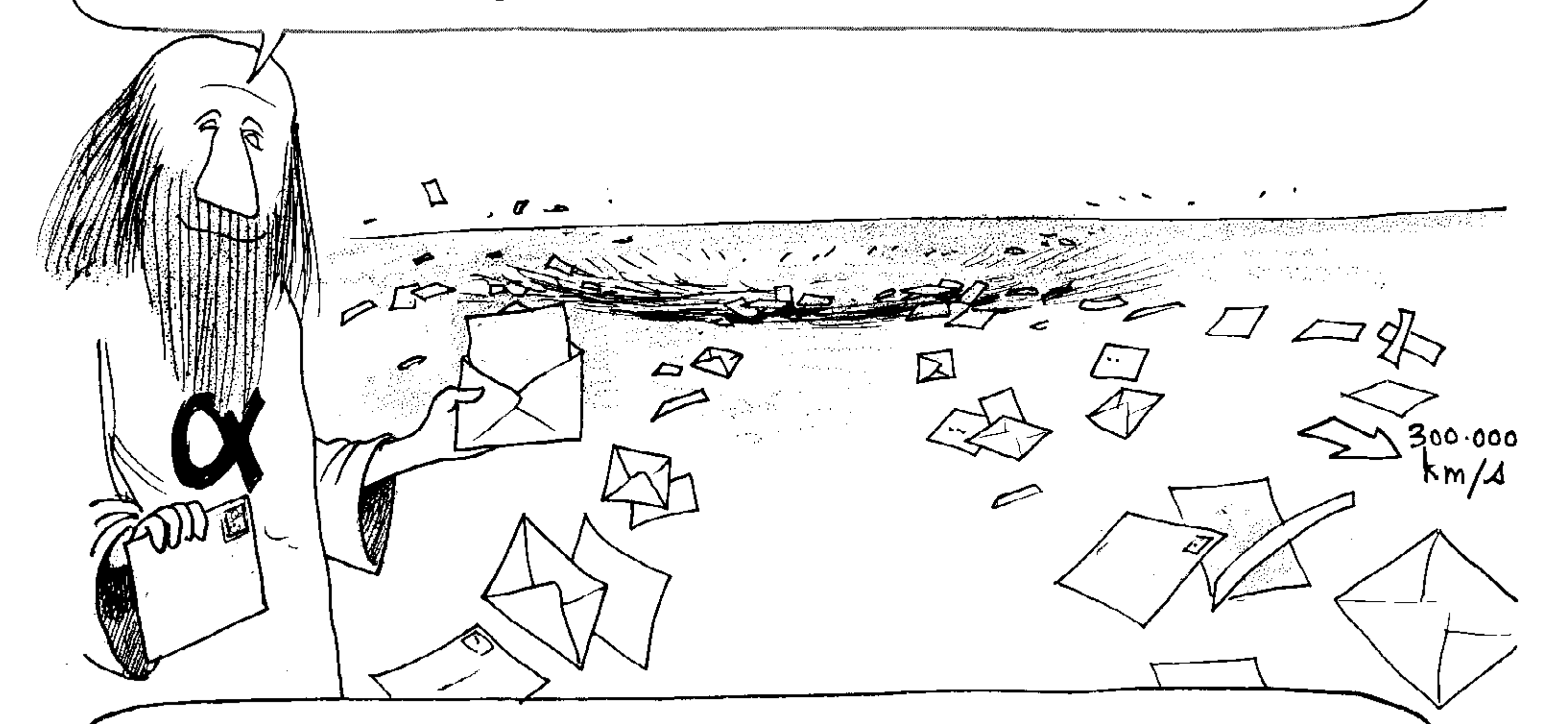
(*)

Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der thermischen Bewegung der Teilchen eines Gases.

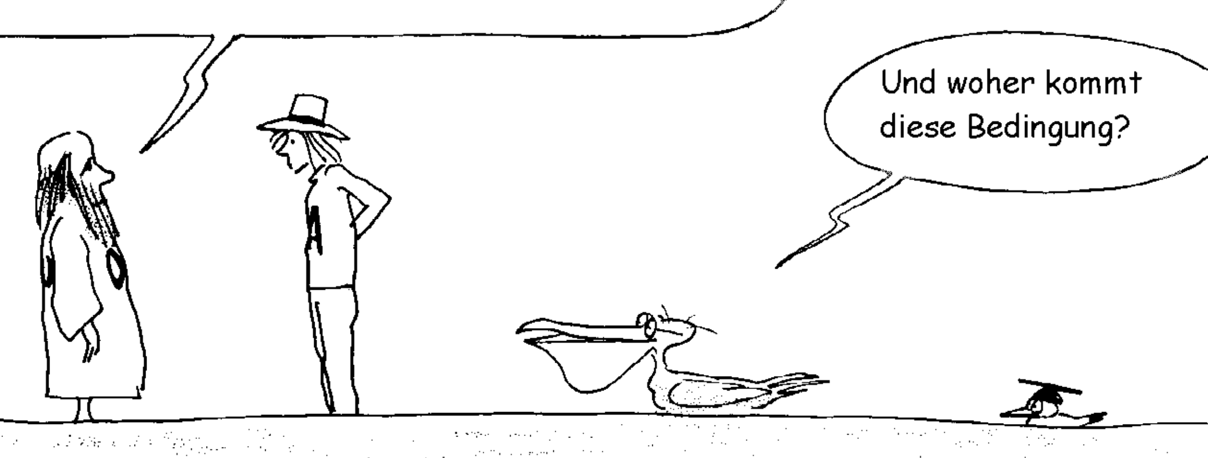

Galaxienhaufen:
Einige Hundert bis einige Tausend Galaxien
Galaxie:
Ensemble von Proto-Sternhaufen
Proto-Sternhaufen:
Klumpen von ionosierten Atomen mit 3000° und 10.000 bis 100.000 Sonnenmassen
Im Universum findet eine hierarchische Fragmentierung statt.
Ich nehme an, dies nimmt kein Ende?
Na ja, eben DOCH!
Und warum nicht?
Wenn ich plötzlich eine lokale Delle, eine Krümmung des Grundes erzeuge...
...wird sich diese Störung, diese Krümmung des Grundes mit einer Geschwindigkeit von 300.000 km/s fortpflanzen.



Dann ist das, was sich so fortpflanzt, ... Licht?
Nein, es ist eine Krümmungswelle, eine Gravitationswelle.
Das **Gravitationsfeld** pflanzt sich fort mit der selben Geschwindigkeit wie Licht.



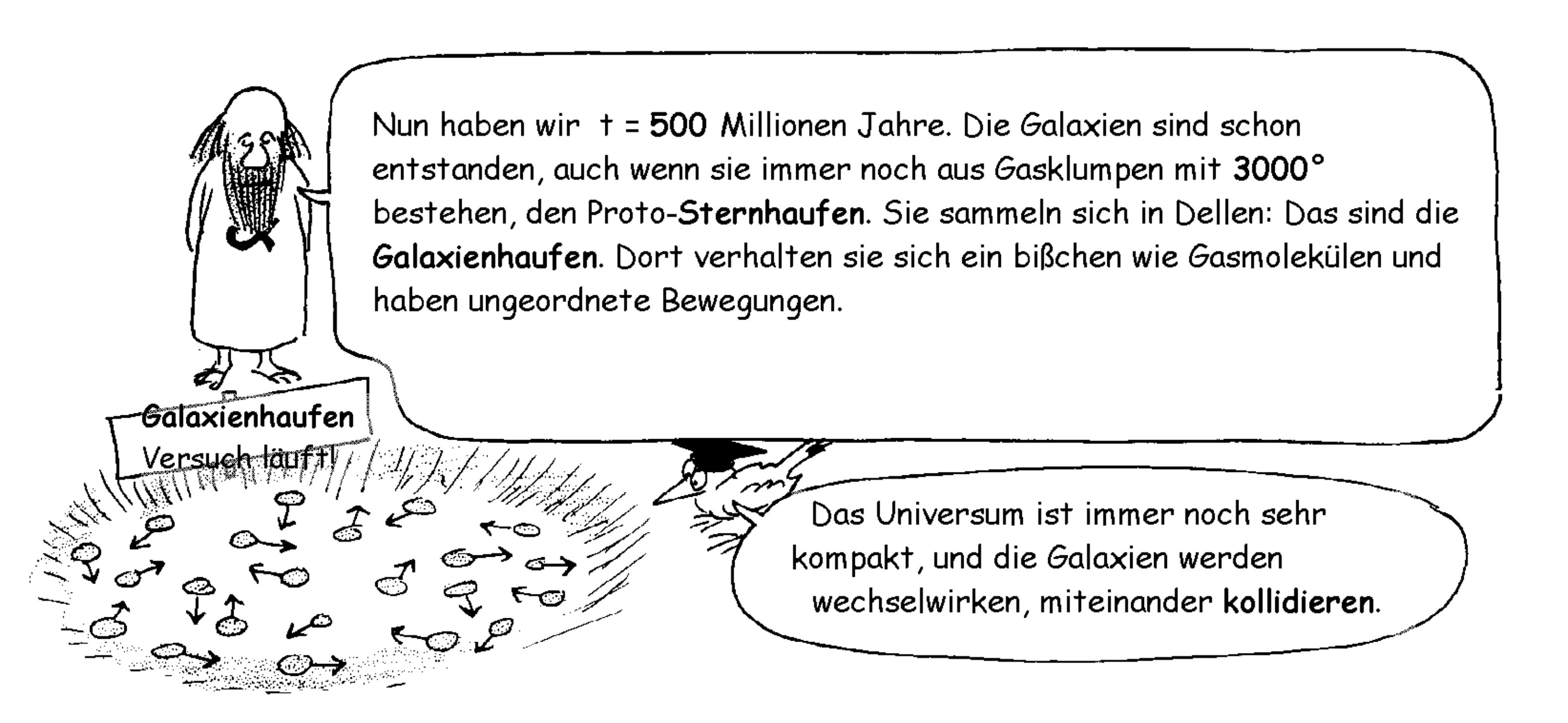
Durch diese Fortpflanzung der Krümmung "lädt" eine vorhandene Materiekondensierung die weitere Materie ein, mit zu machen.
300.000 km/s



Wenn in einem Raumgebiet mit dem Durchmesser **D** eine gravitationnelle Instabilität stattfindet, dann ist dieser Durchmesser notwendigerweise kleiner als **ct**, wo **c** die Lichtgeschwindigkeit und **t** das Alter des Universums sind.
Und woher kommt diese Bedingung?


Ich hab's! Nimm mal an, Du wolltest per Post Leute zu einer Versammlung einladen, die in 2 Tagen stattfinden soll. Dann könntest Du noch alle einladen, die in Deutschland wohnen. Aber für Leute, die weiter weg wohnen, wird es wegen der Zeit unmöglich.
Aber klar doch! Man kann keine Leute zu einer Versammlung einladen, die schneller stattfinden soll, als die Post zu ihnen brauchen wird!
Das **Chronotron** zeigt 100 Millionen Jahre an. **Daher** werden die momentan größtmöglichen Strukturen kleiner sein als hundert Millionen Lichtjahre im Durchmesser. Daher stellen die **Galaxienhaufen** eine Obergrenze dar.
Erst wenn man geduldig genug ist und etwa zehn Milliarden Jahre wartet, wird man sehen können, wie die **Superhaufen** entstehen. (Das sind Haufen von Galaxiehaufen.)
Aber das Universum **dehnt sich aus**. Global dehnt es sich also aus, während es lokal kontrahiert...
Schaut mal...
Es weiß nicht, was es will!


100.000 Jahre, das Universum ist heiß und glatt wie ein Ei.
Mal ein bißchen aufblasen...
700.000 Jahre... Erste Riße!
Temperatur...
Weniger als **3000°**
Die **Proto-Sternhaufen** entstehen.
Hundert Millionen Jahre
Es geht noch ein Mal kaputt!
Es sind die **Galaxien**.
Blasen Sie weiter auf, es ist spannend!
Ey, das Universum geht noch ein Mal kaputt!
Als ob es sich weigern würde, zu wachsen...
Und nun kommen die **Galaxienhaufen**.
Fürchten Sie nicht, daß...



Kollisionseffekte

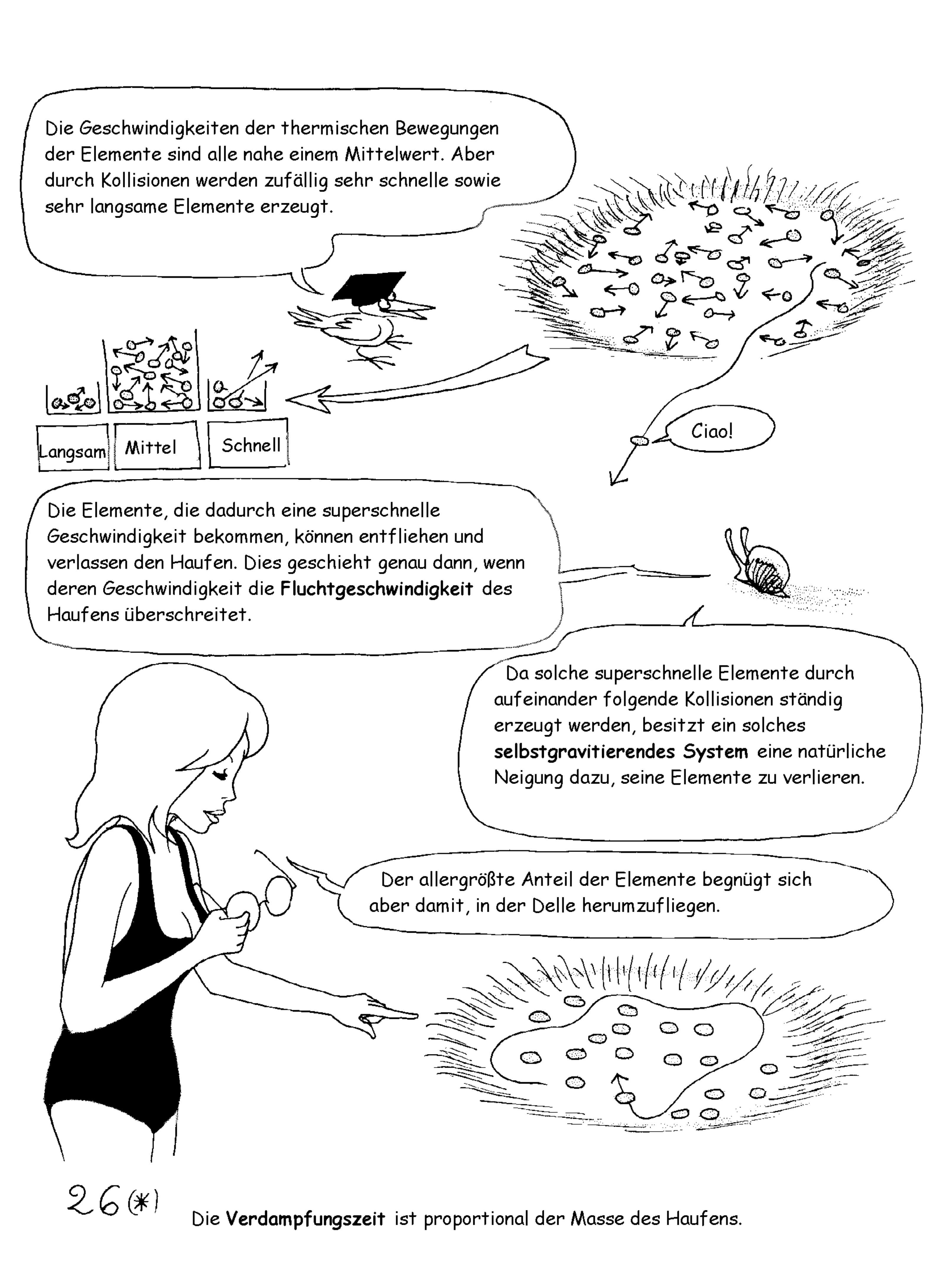
Schau mal: Diese beiden Galaxien oder vielmehr **Proto-Galaxien** gehen knapp aneinander vorbei...

...Eine Art Brücke bildet sich zwischen ihnen.

Die Brücke bricht auseinander!

Diese Treffen verursachen die **Rotationsbewegung** der **Galaxien**.

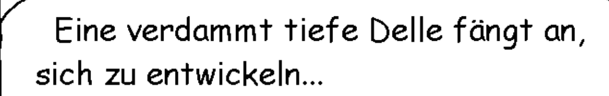

Ähnliches würde in einem **Gas** geschehen. Die selben Naturgesetze gelten für das unendlich Große wie für das unendlich Kleine. **Kollisionen** setzen die **Galaxien-Moleküle** in **Rotation**. Somit wird die jeweilige Gesamtenergie der Galaxien gleichermaßen in **Translationsenergie** (1/2 mv 2) und in **Rotationsenergie** verteilt. Nach dieser Situation der Äquipartition der Energien, des **thermodynamischen Gleichgewichts**, strebt naturgemäß jedes Gas. (*)
Anders gesagt, es sind die Zusammenstöße zwischen den Galaxien, die ihre Rotationsbewegungen **erzeugen**?
Nur am Anfang. Junge Galaxien kollidieren oft. Sehr schnell aber bringt die **Ausdehnung des Universums** die Galaxien auseinander, und diese Zusammenstöße werden weit seltener.
Anders gesagt, die Rotationsbewegung, die man heute beobachtet, ist ein Überbleibsel aus einer Zeit, als das Universum **dichter** und **kollisionenreich** war,
(*) Zweites Prinzip der Thermodynamik

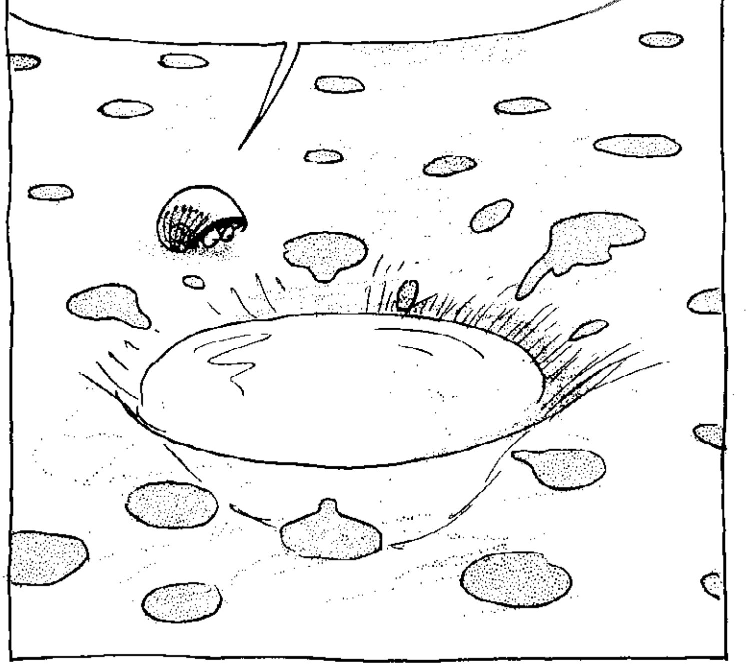


(*) Die **Verdampfungszeit** ist proportional der Masse des Haufens.

Umgekehrt kann der Zufall der Kollisionen **superlangsame Elemente** erzeugen, die dazu neigen werden, zum Zentrum dieses **kollisionnellen, selbstgravitierenden Systems** zu "fallen" und sich dort anzusammeln. Das Zentrum der **kollisionnellen Haufen** (wo die Elemente aufeinander treffen) wird also immer mehr **massereiche** Elemente zählen.

Schaut z.B., was im Zentrum dieses **Galaxienhaufens** geschieht: Die **langsamen** Galaxien sammeln sich dort an und bilden eine **kannibale Galaxie**.



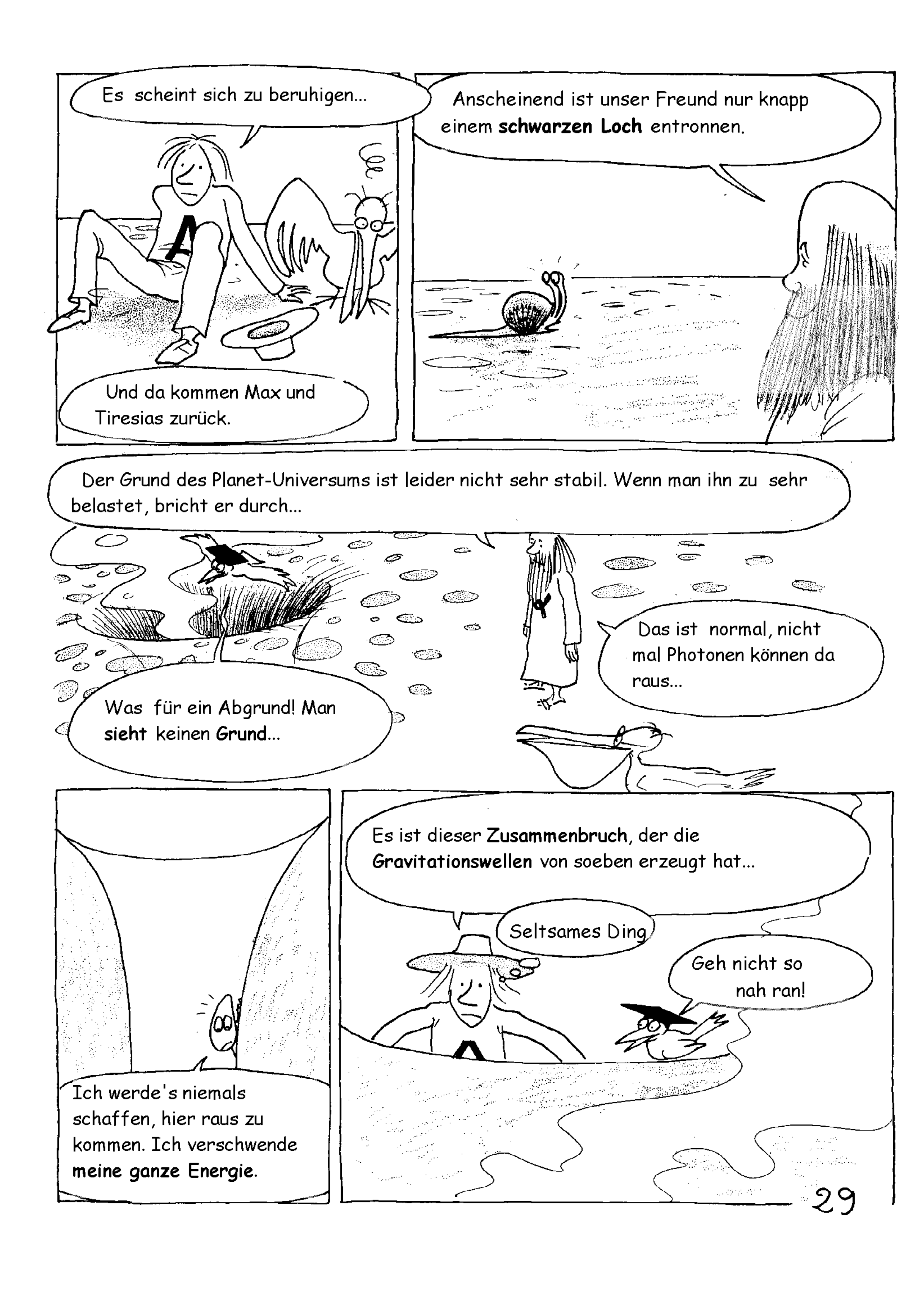


O Gott o Gott! Es sieht so aus, als ob der Grund bald zerreißen wird!...





Max, Hilfe, es **bricht durch**!
Tiresias, verdammt, halte durch!
KRAÂÂK
Schnell! Ich fühle, wie mein Haus knirscht!
Nicht weit davon...
O, fühlt Ihr es auch?
Was ist das? Ein Erdbeben?
Der Grund wird von großen Wellen, wie von Krümmungswellen durchlaufen.
Vermutlich hat irgendwo ein **Zusammenbruch** stattgefunden...
Es **sind** Krümmungswellen, oder anders gesagt **Gravitationswellen**.

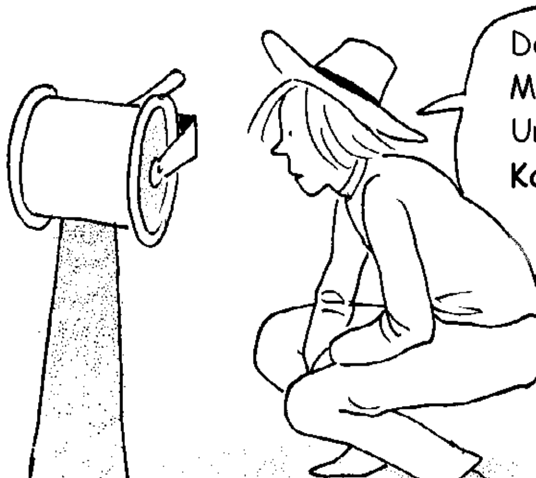


Es scheint sich zu beruhigen...
Und da kommen Max und Tiresias zurück.
Anscheinend ist unser Freund nur knapp einem **schwarzen Loch** entronnen.
Der Grund des Planet-Universums ist leider nicht sehr stabil. Wenn man ihn zu sehr belastet, bricht er durch...
Was für ein Abgrund! Man **sieht** keinen **Grund**...
Das ist normal, nicht mal Photonen können da raus...
Ich werde's niemals schaffen, hier raus zu kommen. Ich verschwende **meine ganze Energie**.
Es ist dieser **Zusammenbruch**, der die **Gravitationswellen** von soeben erzeugt hat...
Seltsames Ding
Geh nicht so nah ran!

Zusammenfassend ist es nicht nur so, daß dieses Universum zusammenbrechen kann, sondern dazu taugt es auch noch nichts, was die Wasserdichtigkeit angeht!



Das große Feuerwerk



Das **Chronotron** zeigt an, daß Milliarden Jahren vergangen sind. Das Universum hat sich fragmentiert. **Kollisionen** haben die **Galaxien** zum **rotieren** gebracht.



Die **Ausdehnung des Universums** hat alle diese Objekte so sehr von einander entfernt, daß sie sich nun gegenseitig ignorieren.

Diese "**Proto-Galaxien**" bestehen hauptsächlich aus Konzentrationen an ionisierten Atomen, die **Proto-Sternhaufen**, deren Temperatur ca. **3000°** beträgt und die wegen ihrer "Adherenz" auf die **Hintergrundstrahlung** nicht in sich zusammenbrechen können.

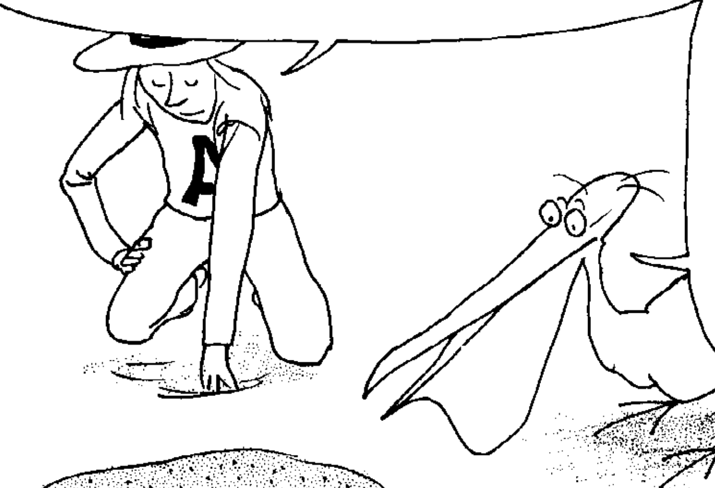
Jemand, der das Universum in diesem Alter betrachten könnte, würde unscharfe Nebeln sehen, die ein diffuses Licht ausstrahlen...





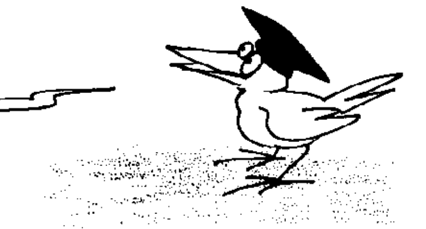
Der Grund ist weicher geworden. Die Ausdehnung des Universums hat den **Strahlungsdruck** erheblich verringert.

Wie kann die **Kondensierung** der **Materie** eines Tages weitergehen? Wenn die Klumpen kondensieren, wird deren Temperatur zwangsläufig **3000°** überschreiten, deren Adherenz auf dem **Grund** wird nicht aufgehoben, und dieser wird also immer weiter der Kondensierung der Materie folgen, oder?

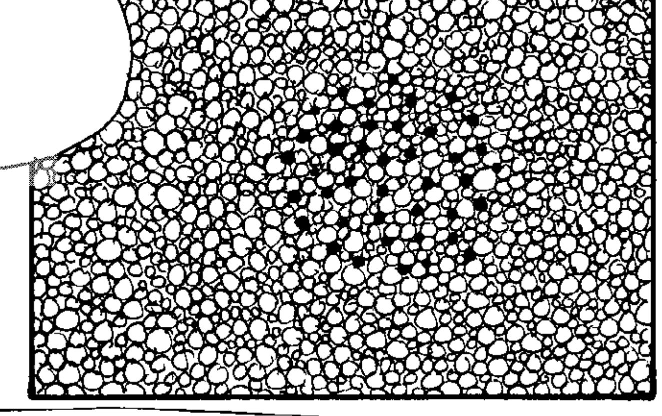


Proto-Sternhaufen

Korrekt, Leon! Jetzt aber werden die Gravitationskräfte innerhalb der Proto-Haufen "das Vakuum komprimieren" können, das aus energiearmen Photonen besteht.

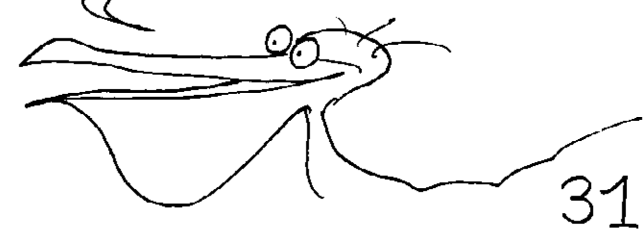


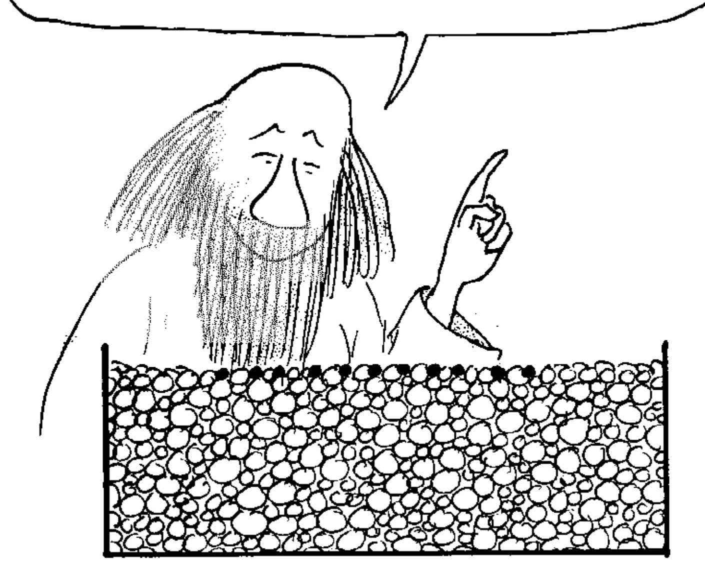
Die Region, wo sich der Klumpen, der **Proto-Sternhaufen**, befindet, kann als eine Mischung aus **Materie** und aus "**Vakuum**" gesehen werden, wobei dieses aus den ersten Photonen besteht. Das Ganze hat eine Temperatur von **3000°**.

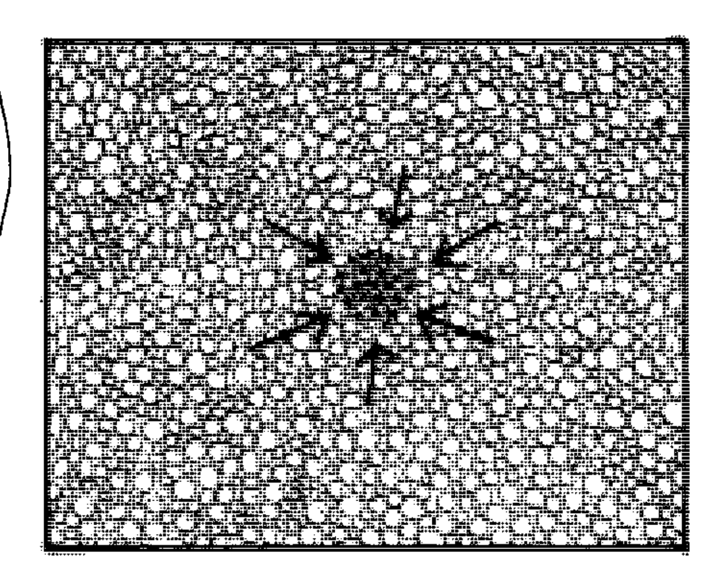


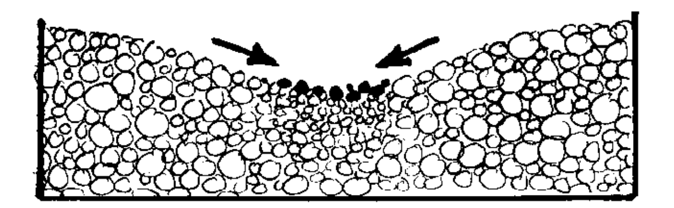


Und wann kondensiert das Ganze?







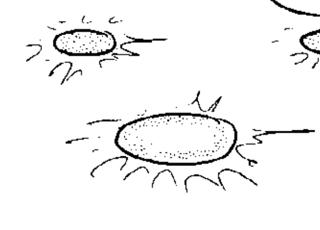
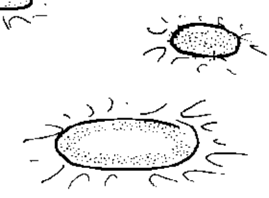
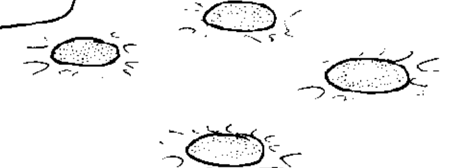
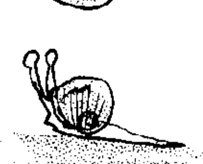


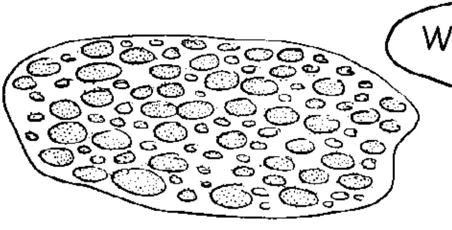




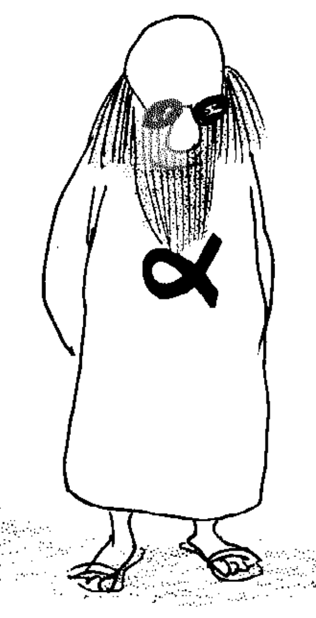
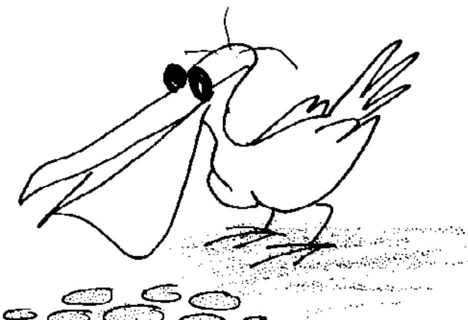
 (*) Latein für "Es werde Licht."

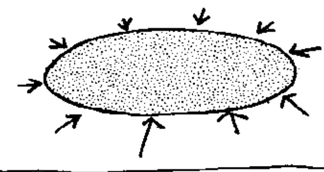


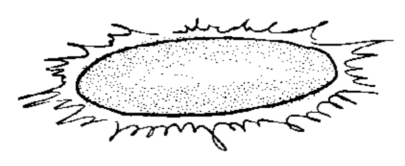







Unter dem Einfluß der Gravitationskraft neigt Materie dazu, in "Zellen" zu **fragmentieren**, deren Radius durch die **Jeans-Länge** gegeben ist. Diese geht mit der Temperatur einher. Wenn die Temperatur plötzlich fällt, nimmt die Jeans-Länge schnell ab und unterschreitet den Radius des Objekts. Daher findet eine sofortige Fragmentierung statt.

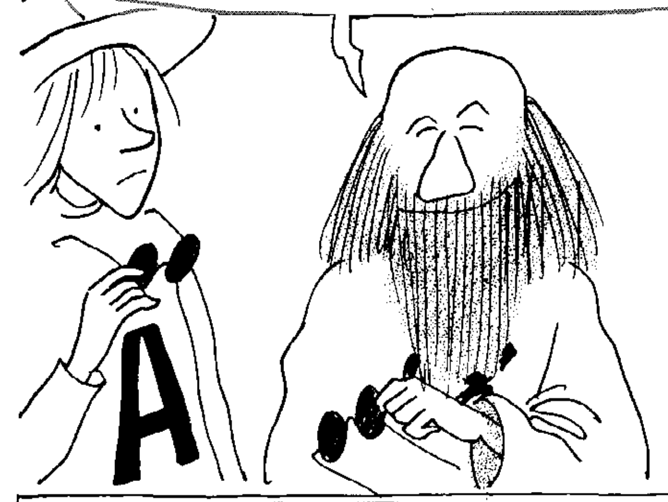



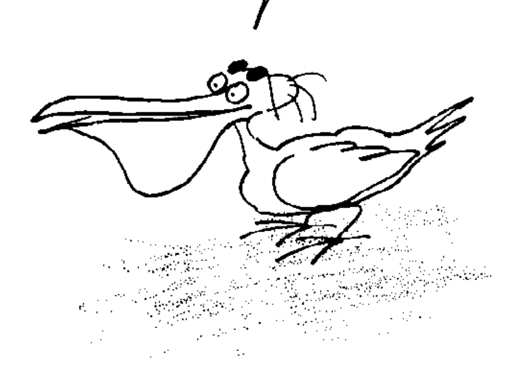

Klumpen kontrahiert & wird heiß.

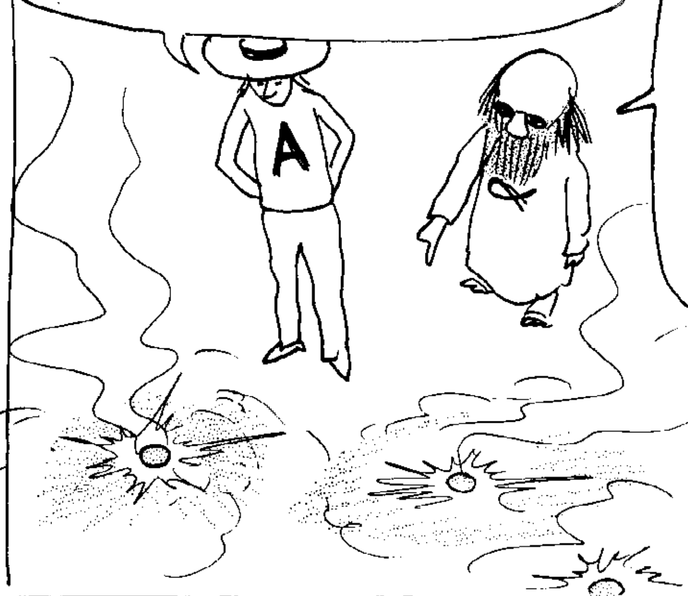

Plötzlich strahlt er in UV.

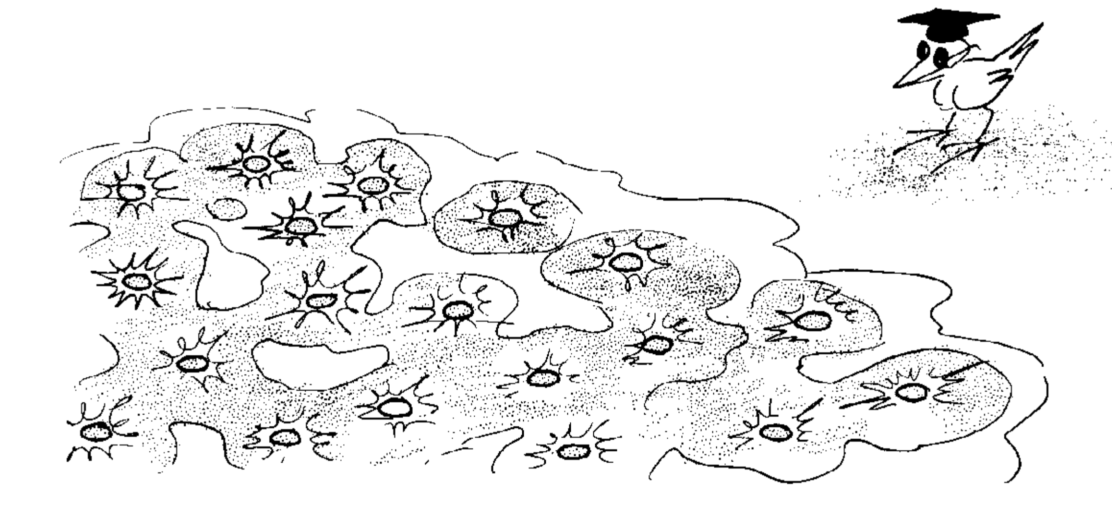

Dadurch wird er kälter und fragmentiert.


Hier haben wir es mit einer **hierarchischen Fragmentierung zu tun**, aber in die andere Richtung.
Und wo wird das enden?
Fusion
Probieren geht über Studieren. Ich werde Materie in diesem Zylinder komprimieren, wir werden sehen...
Ich ahne's schon...
WUUUM!
Was ist passiert?
Es ist **Fusion**, mein Schatz. Wenn Du Wasserstoff komprimierst, schmelzen die Atomkerne zusammen und Energie wird freigesetzt. Warum hast Du mich nicht gefragt?...
Schaut mal, das haut einen um!
Die Sterne entzünden sich.
Wird's lange dauern?


Bei diesem Höllenrythmus würden unsere Babies bald keinen Wasserstoff mehr haben. Aber es wird nicht lange dauern, bis es sich beruhigt.


Da bin ich aber beruhigt!


Wird so die ganze Materie zum Stern?
Nicht wirklich. Wenn ein Stern geboren wird, strahlt er wie verrückt und bläst auch Materie um sich herum. Dadurch wird die umgebende Materie aufgeheizt und im thermodynamischen Sinne homogenisiert. Dadurch wird auch alles auseinandergenommen, was gerade dabei war, sich zusammenzusetzen.


Anders gesagt ist die **Galaxie** in diesem Stadium eine Mischung aus sehr strahlungstarken Sternen und aus **Residuengas**.

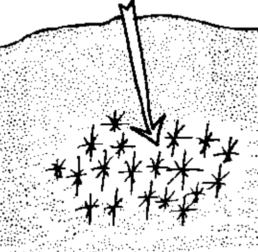
Sterne strahlen Energie ab und heizen das umgebende Gas. Damit erhöhen sie auch seinen **Druck**...





...und diese **Druckkräfte** blähen das Gas-Halo auf.





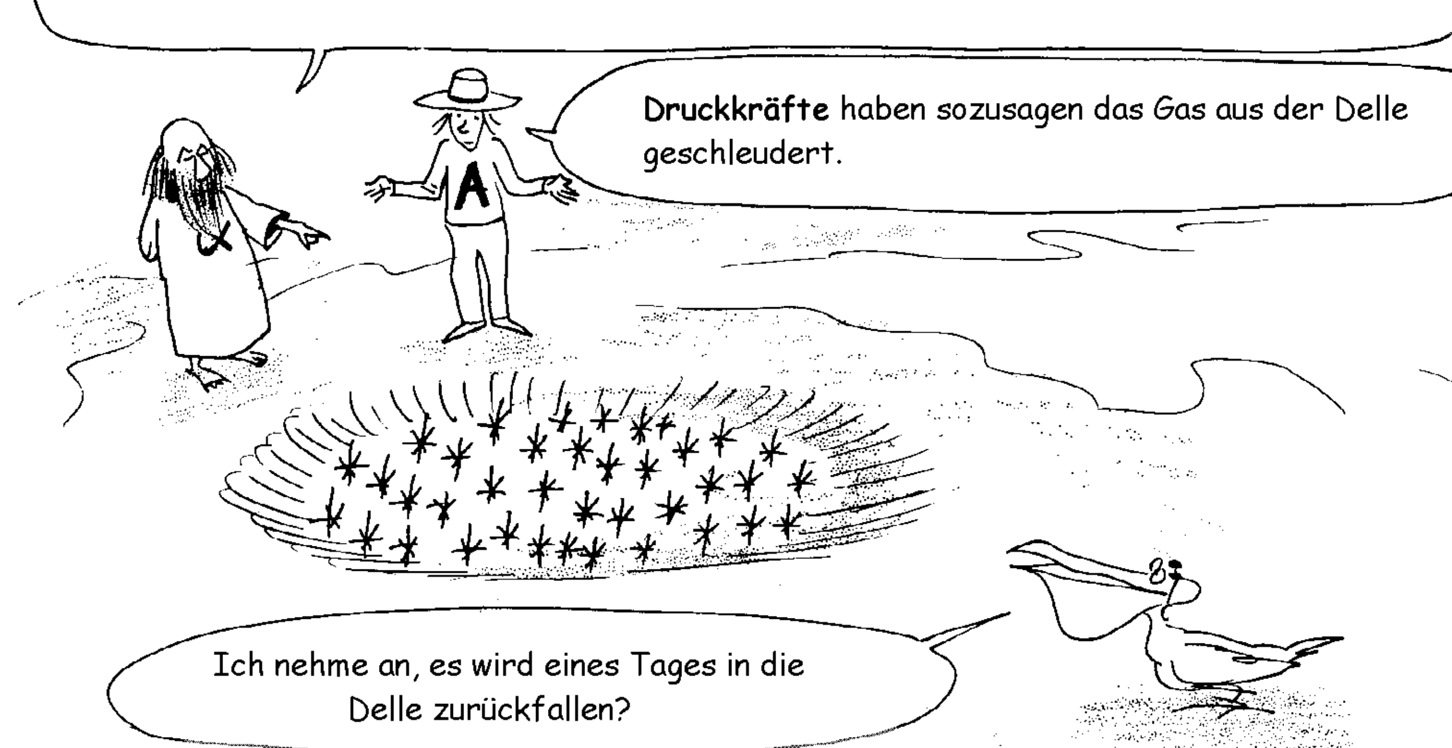
Diese "**galaktische Atmosphäre**" dehnt sich viel weiter aus als die bloße "**Sternen-Galaxie**".

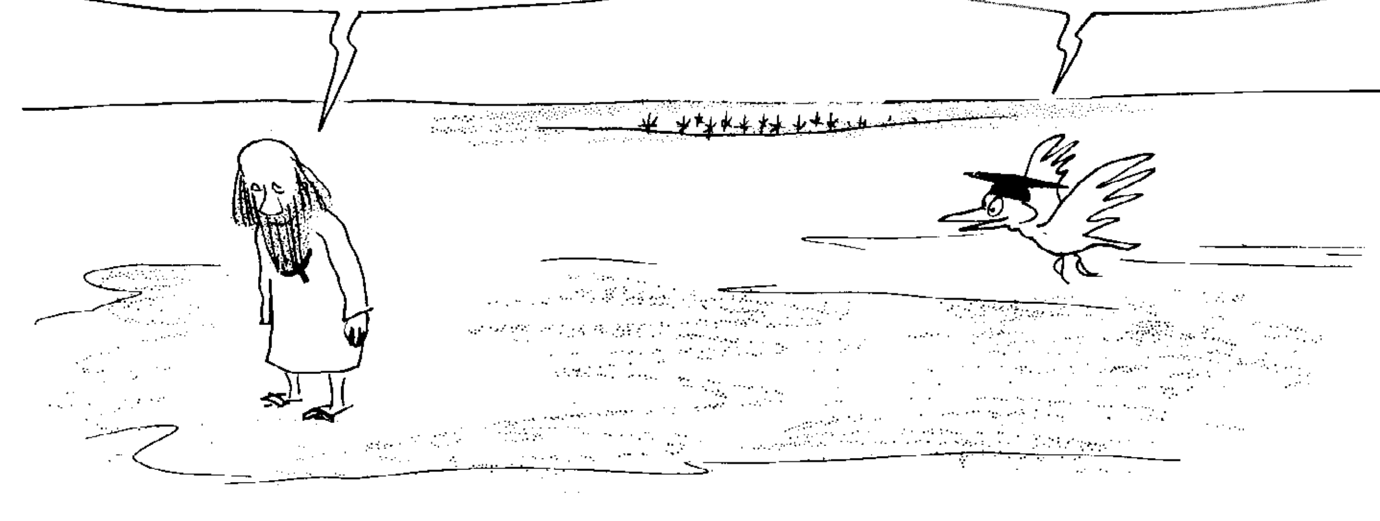


Diese sehr massereiche Galaxie (tausend Milliarde Sternen) scheint ihr ganzes Gas verloren zu haben. Warum?

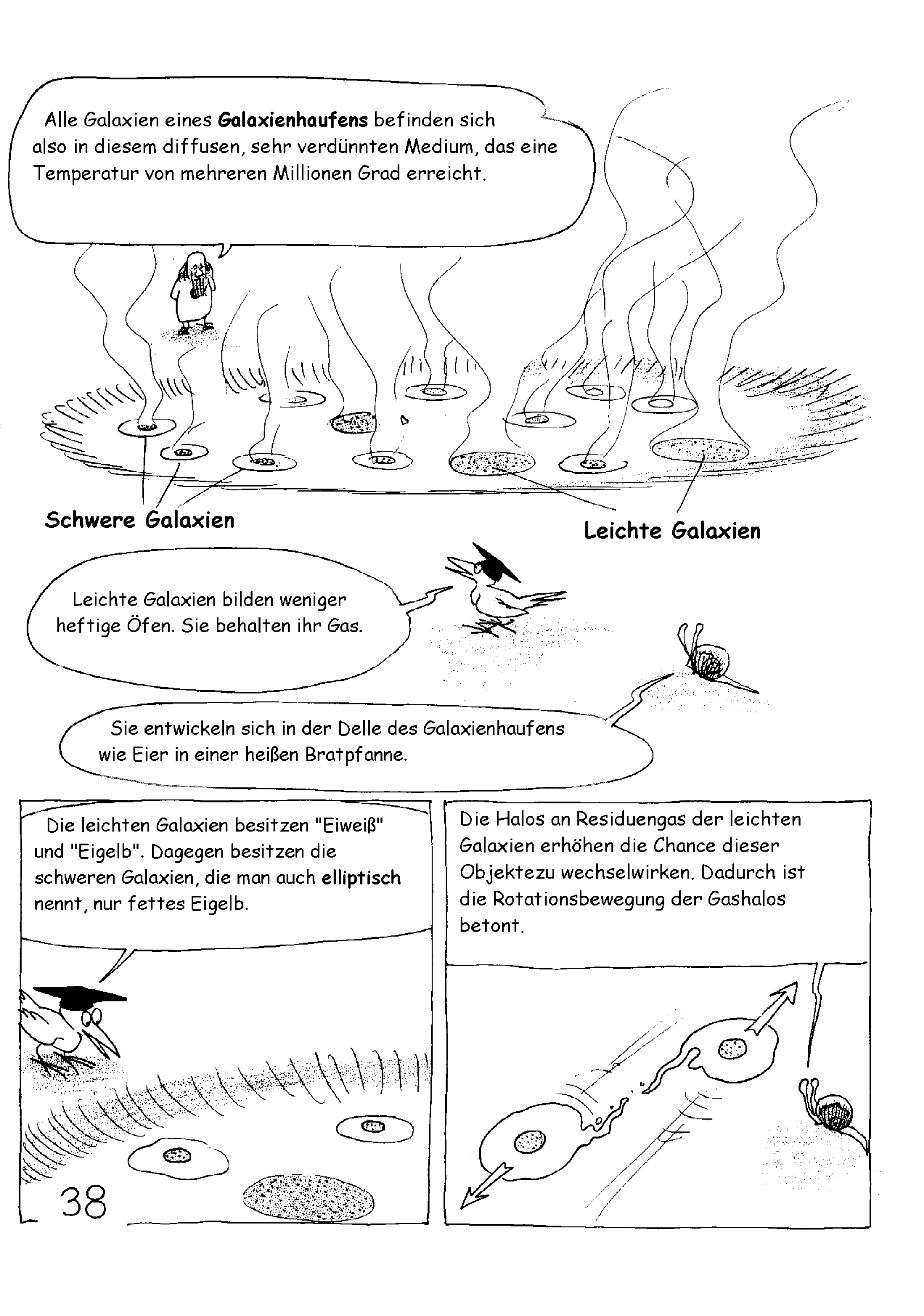


Nun hat es sich beruhigt. Aber als die tausend Milliarden Sternen dieser Galaxie auf einmal gezündet haben, war das ein wahrhaftiger **Ofen**.



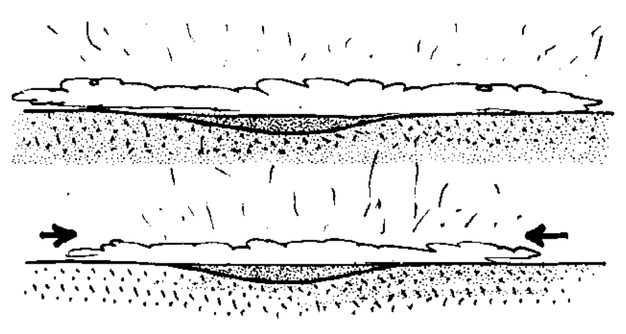


(*) Siehe: **Warum kann ich nicht fliegen?**

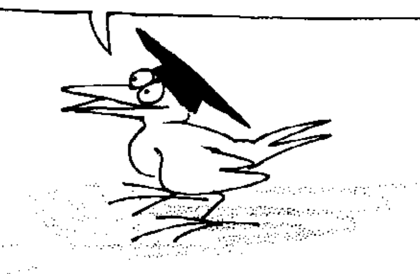

Alle Galaxien eines **Galaxienhaufens** befinden sich also in diesem diffusen, sehr verdünnten Medium, das eine Temperatur von mehreren Millionen Grad erreicht.
Schwere Galaxien
Leichte Galaxien
Leichte Galaxien bilden weniger heftige Öfen. Sie behalten ihr Gas.
Sie entwickeln sich in der Delle des Galaxienhaufens wie Eier in einer heißen Bratpfanne.
Die leichten Galaxien besitzen "Eiweiß" und "Eigelb". Dagegen besitzen die schweren Galaxien, die man auch **elliptisch** nennt, nur fettes Eigelb.
Die Halos an Residuengas der leichten Galaxien erhöhen die Chance dieser Objektezu wechselwirken. Dadurch ist die Rotationsbewegung der Gashalos betont.

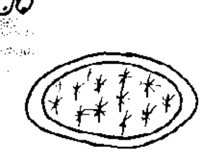

Die Sterne haben sich sehr beruhigt. Verglichen mit dem, was sie bei ihrer Geburt veranstaltet haben, sind das bloße Aschenfeuer geworden.
Wenn sie so weiter gemacht hätten, wären sie sehr kurzlebig gewesen.
Das Residuengas der leichten Galaxien strahlt ja...
Was verursacht diese Strahlung?
Das sind die Atome. Schau mal...
Zwei Atome kollidieren...
...was ja Strahlung verursacht. Bei diesem Vorgang wird ein Teil der kinetischen Energie der Atome in Strahlung umgewandelt.
Die Geschwindigkeit der thermischen Bewegung der Atome nimmt ab. Die Gasmasse wird **kühler**. Und **Temperatur** ist ja mit **Druck** korrelliert.

Von der Strahlung induzierte Kühlung des Gases









Das hier vorgestellte **Modell** bildet eine **2 dimensionale** Darstellung. (Die dritte Dimension wurde dazu benutzt, die Krümmung, das Gravitationsfeld usw. darzustellen.) **Galaxien** sind aber dreidimensionale Objekte. Galaxien, die nicht oder wenig rotieren, werden eher kugelig bleiben und wie eine **Sphäre** aussehen. Galaxien, die sich schnell drehen, werden dagegen abgeflacht und wie ein Pfannkuchen aussehen. Unsere Galaxie, die **Milchstraße**, dreht sich um die eigene Achse in **200** Millionen Jahren.

Wenn das Residuengas auf seine Galaxie zurückfällt, verhindert die Zentrifugalkraft seine radiale Verdichtung. Dagegen wirkt nichts gegen eine Verdichtung entlang der Drehachse. Daher zeigt das interstellare Gas in Galaxien die Form einer **sehr abgeflachten Scheibe**.

Heißes Gas

Sterne



Kaltes Gas

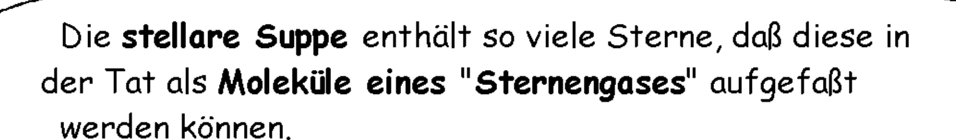
Sterne

Gez.:
Die Geschäftsführung

Wenn ich richtig verstanden habe, gibt es im Universum zwei Haupttypen von Galaxien:

* Schwere, elliptische Galaxien, die fast kein Gas besitzen

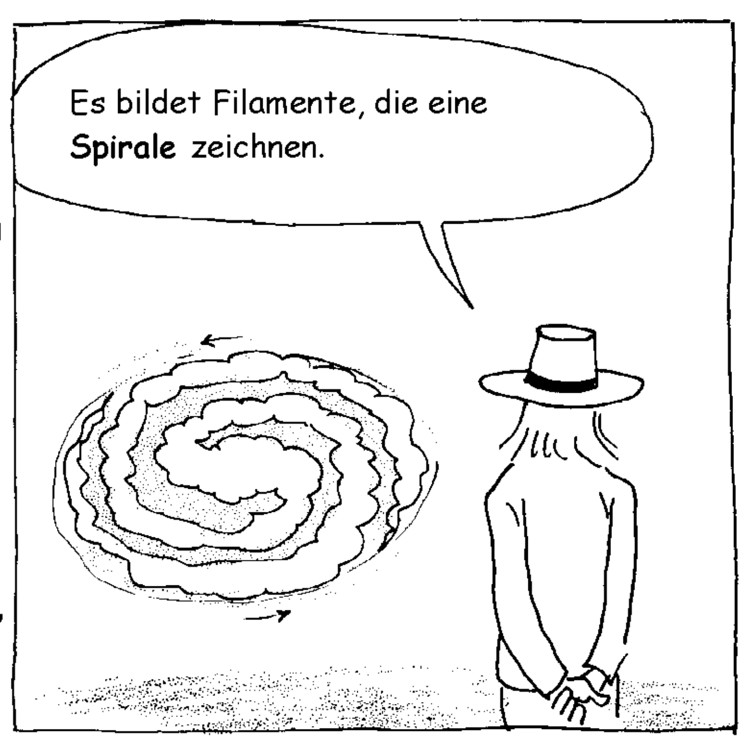
* Leichtere Galaxien mit zehn bis hundert Milliarden Sternen, die aus einer **Mischung** von zwei Gasen bestehen: Das **Sternengas** und das **interstellare Gas**.



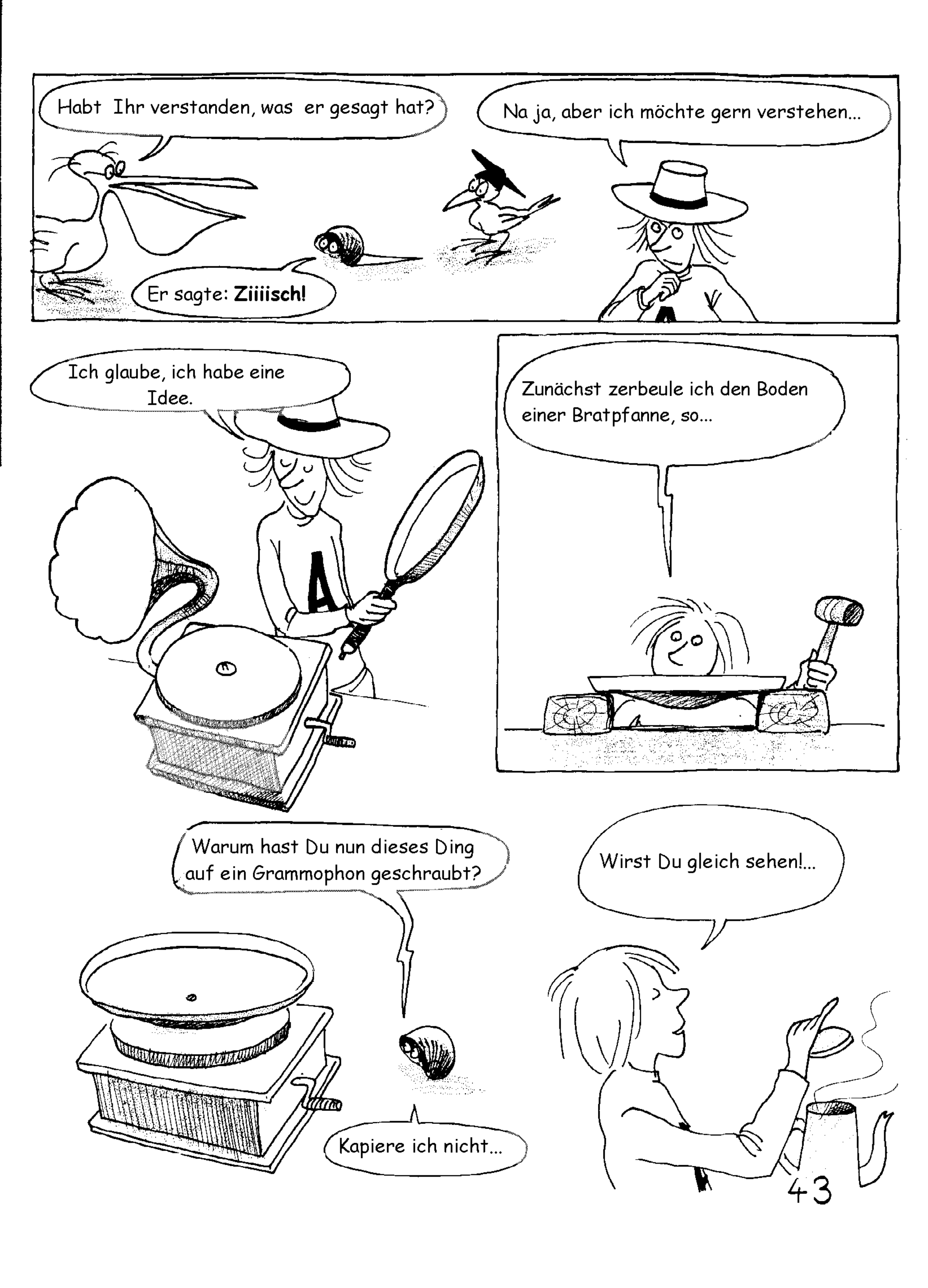
Die Spiralstruktur

Schaut mal! Etwas Sonderbares geschieht: Das interstellare Gas und das "Sternengas" drehen sich nicht mit der selben Geschwindigkeit. Dadurch wird das interstellare Medium **heterogen**.





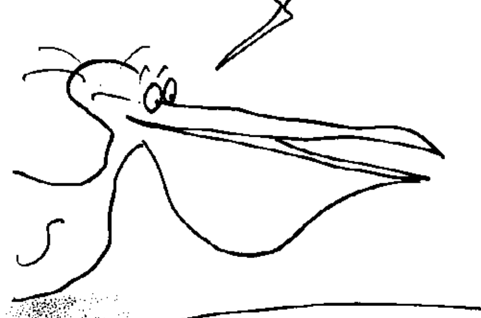

Ich bin... Astrophysiker.
Nanu, wer ist dieser Kerl?
Und wozu haben Sie all diese Fangarme?
Damit kann ich die Phänomene besser greifen... naja begreifen, die in den Galaxien geschehen.
Wenn Sie schon mal da sind: Könnten Sie uns einen tieferen Einblick in die Spiralstruktur der Galaxien gewähren?
Toll, ein Spezialist!
Die Spiralstruktur?!
Genau!
Ziiiisch!!!...
!
Er ist weg!...
Dunkle Geschichte...
Nebelige Antwort...


Habt Ihr verstanden, was er gesagt hat?
Na ja, aber ich möchte gern verstehen...
Er sagte: **Ziiiisch!**
Ich glaube, ich habe eine Idee.
Zunächst zerbeule ich den Boden einer Bratpfanne, so...
Warum hast Du nun dieses Ding auf ein Grammophon geschraubt?
Wirst Du gleich sehen!...
Kapiere ich nicht...

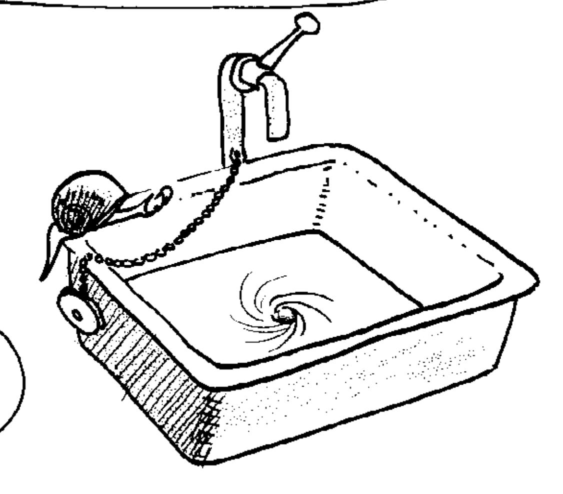

Ich fülle die Pfanne mit einer Flüssigkeit und drehe das Ganze...
Voilà!
Die Bratpfanne stellt das stellare Medium dar und der Kaffee ist das interstellare Residuengas. Wenn ich die Pfanne abbremse, dreht sich der Kaffee **schneller** als die Pfanne und **spiralförmige Wellen** treten in Erscheinung.
Die **Spiralstruktur** der mit Residuengas gefüllten Galaxien wäre dann auf ein Phänomen von **dynamischer Reibung** zurückzuführen. Zwei Gase: das **interstellare Gas** und das "**Sternengas**" drehen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und "**reiben**" aneinander, genau wie die Flüssigkeit auf dem Boden der Bratpfanne reibt...
...genau wie Kaffee am Rand einer Tasse reibt.

Aber warum weisen die **elliptischen** Galaxien keine Spiralstruktur auf?

Einfach deswegen, weil sie kein **Residuengas** besitzen. Sie haben es gänzlich verloren, als deren **ersten Sterne** gezündet haben.







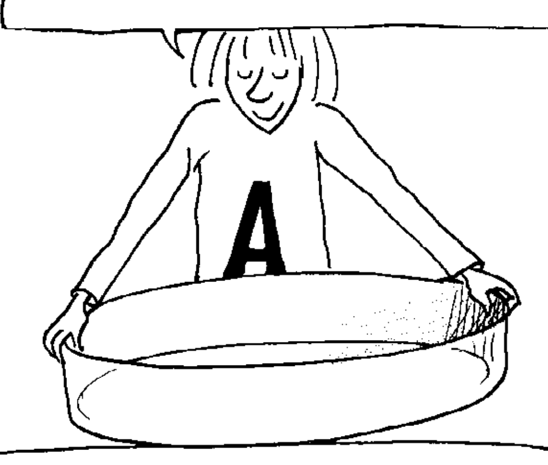
Es ist ebenfalls ein Phänomen von **dynamischer Reibung**, die die Spiralstruktur erzeugt, wenn man ein Waschbecken leert.

Sagt mal, das ist ganz schön schlimm, was Ihr da sagt! Demnach könnte der Schlüssel zum Rätsel der Spiralgalaxien auf dem Boden eines Waschbeckens oder einer Kaffeetasse liegen?



Sind Galaxien vielleicht bloße kosmische Abflüsse?

Bisher haben wir eine Flüssigkeit mit einer starren Wand wechselwirken lassen. Versuchen wir es nun mit einem System, in dem eine Gasmasse und eine Flüssigkeit wechselwirken.



Unter dieser Glocke habe ich ein Gas isoliert und habe eine Flüssigkeit in die Pfanne gegossen. Anhand dieses Systems kann ich untersuchen, was geschieht, wenn eine Gasmasse und ein anderes Medium wechselwirken.

Die Gas-Flüssigkeit Reibung ist relativ schwach. Du wirst nur sehr kleine lokale Fluktuationen der Temperatur und des Drucks erzeugen können: allerhöchstens ein paar Prozente...

Ja, aber mein Gas ist mit Wasserdampf gesättigt. Die kleinste Temperaturänderung wird dazu führen, daß das Wasser **kondensiert**. (*)

Schaut mal! Anselm hat einen wunderschönen **künstlichen Zyklon** erzeugt.

Sehr schön!

Max, Du hast ja recht!

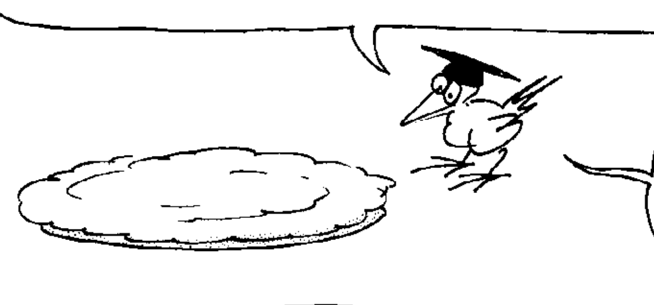
In einem Zyklon "reibt" eine feuchte Luftmasse auf den flüssigen Boden, was **Druck**- und **Temperaturänderungen** erzeugt, welche die Kondensation des Wasserdampfs **verursachen**. Erst dieses **Sekundärphänomen** verrät sehr eindruckvoll das spirale **Primärphänomen**. (**)

Gut, aber was hat das mit Galaxien zu tun? Schließlich ist die Spiralstruktur noch lange keine Wolke aus Wasserdampf?

(*) **Superkritischer** Dampf

(**) Im Übrigen erzeugt dieses Phänomen Wärme und versorgt somit das Zyklon mit Energie. (Aber das ist eine andere Geschichte...)

Kommen wir zurück zu unserem **Modell** einer Galaxie. Eine Gasmasse, die das "**Sternengas**" darstellt, rotiert in einer "**Delle**". Darüber sitzt das **Residuengas**, das ein bißchen schneller rotiert. Daraus entsteht ein Phänomen von **dynamischer Reibung**, und die **Massenverteilung** ändert sich, weil die Störung eine **spirale** Geometrie besitzt.

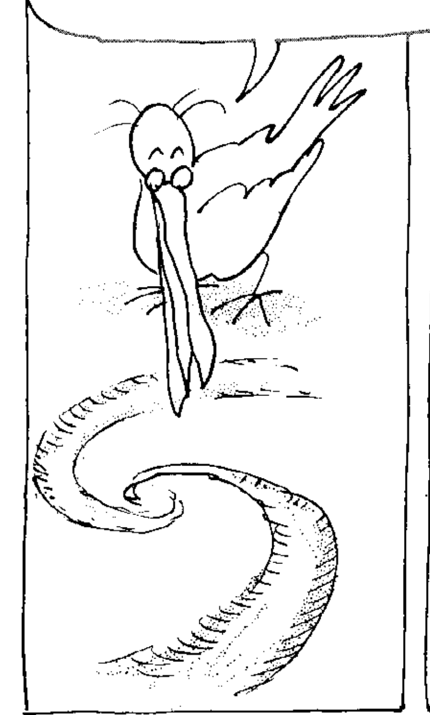


Jegliche **Materiekonzentration** (aus Sternen oder aus Gas) vertieft die Delle im Schaum ein bißchen mehr. Da, wo **Masse** ist, da gibt es eine **Krümmung**.

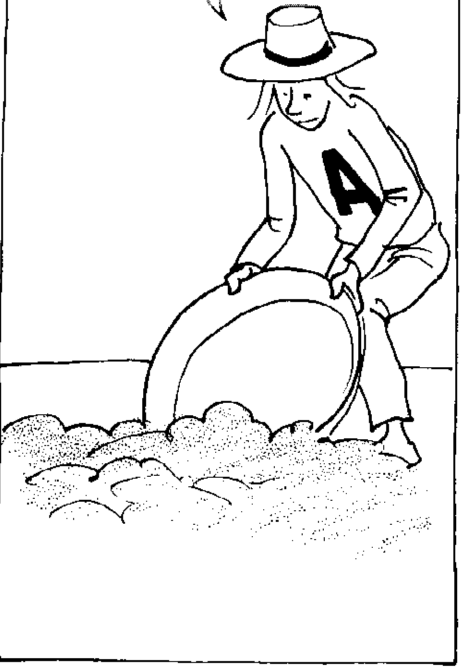


Anders gesagt, entstehen eine Art spiralförmige Täler, wo sich das Gas ansammeln kann.

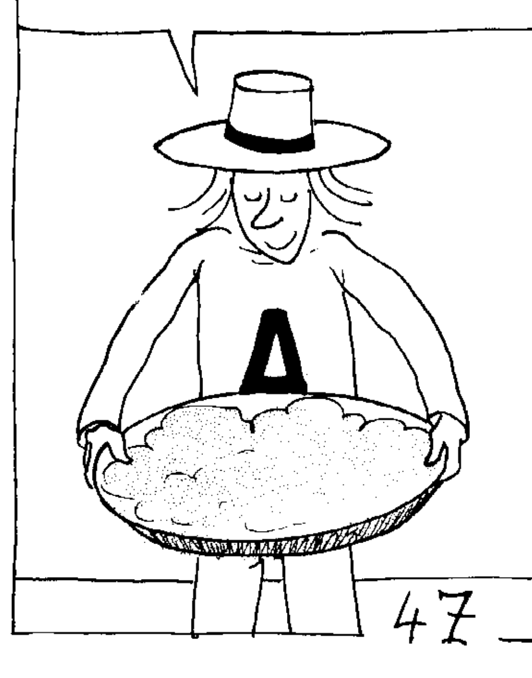
Aber ich sehe immer noch keine Konzentration von Wasserdampf...



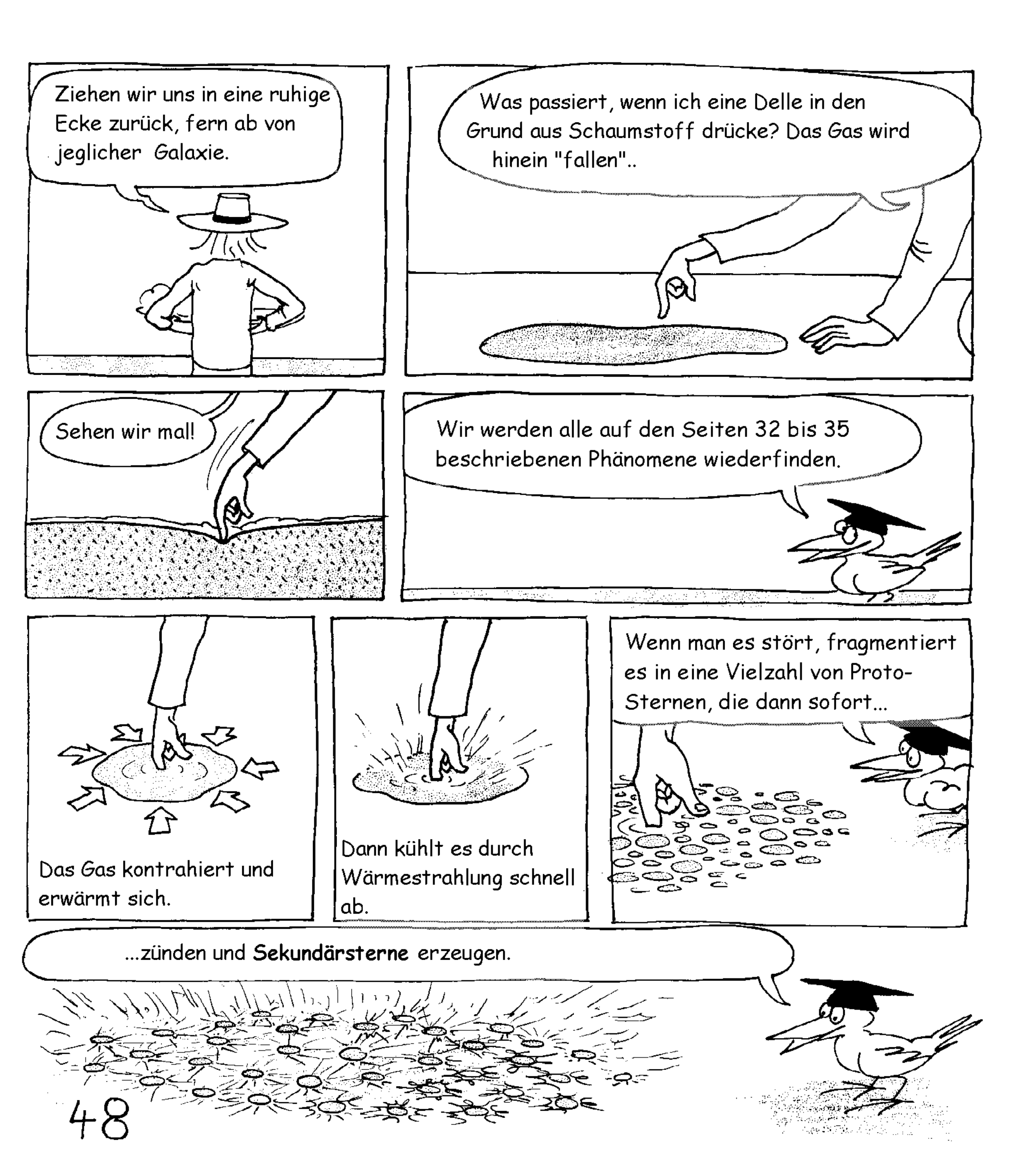
Sammeln wir ein bißchen interstellares Gas ein...



...und schauen wir mal, was mit dem interstellaren Gas geschieht, wenn es in diese Art "Täler" fällt...



Der galaktische Metabolismus



Mit dieser Art Schablone werde ich diesmal ein **Tal** nachmachen.

Es geschieht das Gleiche: Sterne entstehen in den Dellen, in diesem Tal.

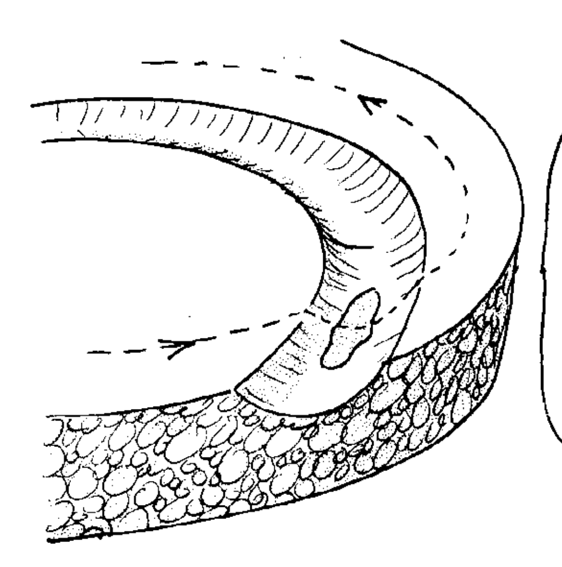
Grund aus Schaumstoff

Anselm hat recht.

Die spiralförmige Störung, die sich ihrerseits sehr langsam dreht, erzeugt diese Art Täler, die nicht sehr tief sind (einige Prozent der gesamten "Galaxie-Delle").

Grund aus Schaumstoff

Das interstellare Gas rotiert schneller als die spiralförmige Störung. Hier sehen wir eine Gaswolke, die kurz davor ist, in diese Art "Tal" rein zu rutschen.



Wenn sie das Tal erreicht, wird das Gas komprimiert, was bei der Gelegenheit ein paar **Sterne der zweiten Generation** erzeugt. Dann kommt die Wolke ruhig aus dem Tal. Die **Spiralarme** sind also der Geburtsort neuer Sterne.

Hmmm...

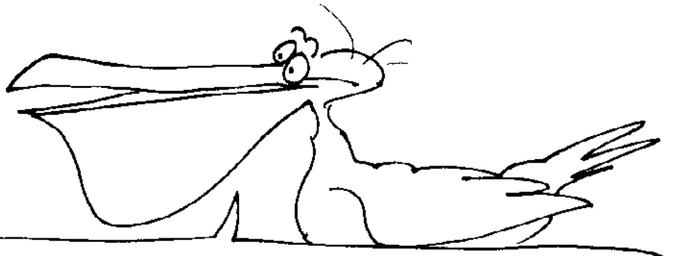
Die Zyklone des Universums

Bei irdischen Zyklonen ist die ursprüngliche Störung zwar schwach, aber die Atmosphäre ist feucht, daher **instabil**, und verrät das Phänomen durch Kondensation des Wasserdampfs.

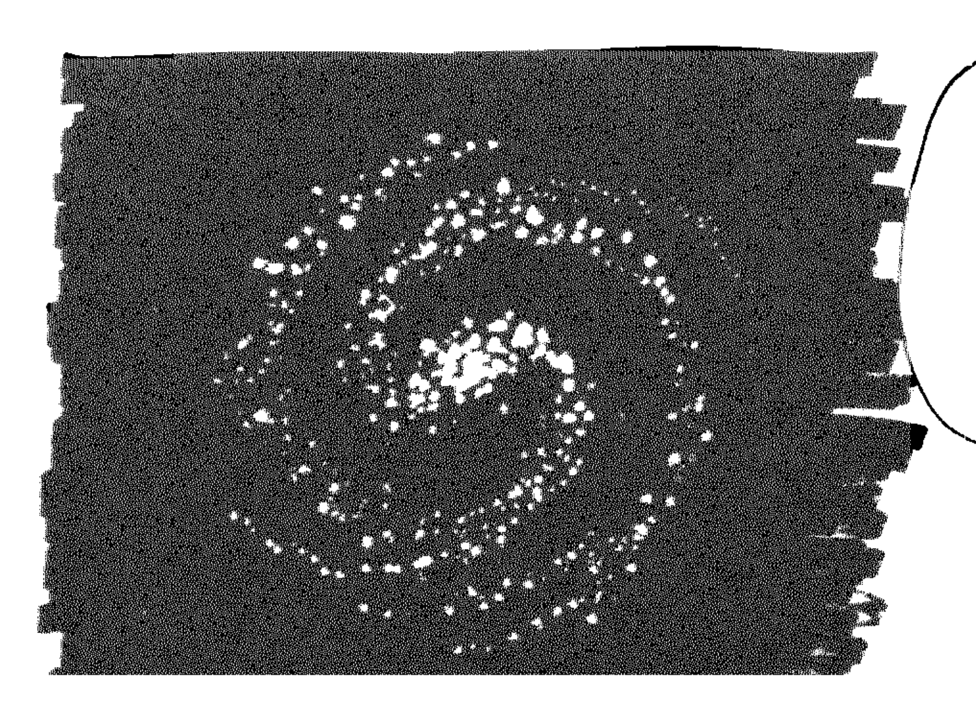
In den Galaxien ist die ursprüngliche spiralförmige Störung ebenfalls schwach. Aber das interstellare Gas ist **instabil** und verrät das Phänomen durch Kondensation der Materie.





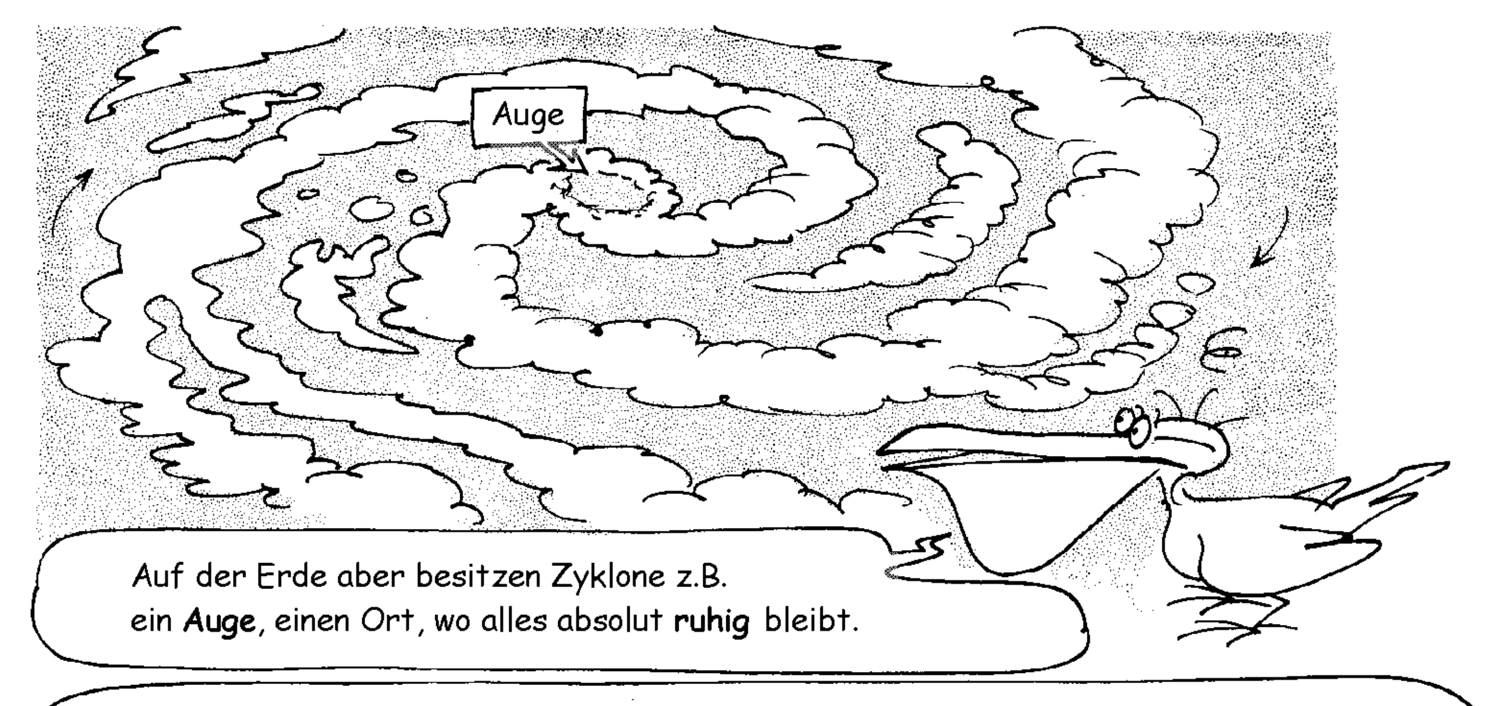


Ihre Theorie mag ja sehr schön sein. Demnach sollte man Sterne der zweiten Generation aber überall in der Galaxie finden!



Solche junge, sehr heiße Sterne findet man aber nur in den Spiralarmen, wo man deren Anwesenheit daran bemerkt, daß sie das interstellare Gas stark beleuchten...





Na ja, stell Dir vor: Die Spiralgalaxien, diese Zyklone des **Planet-Universums**, besitzen ebenfalls ein **zentrales Auge**!



Die differentiale Drehung

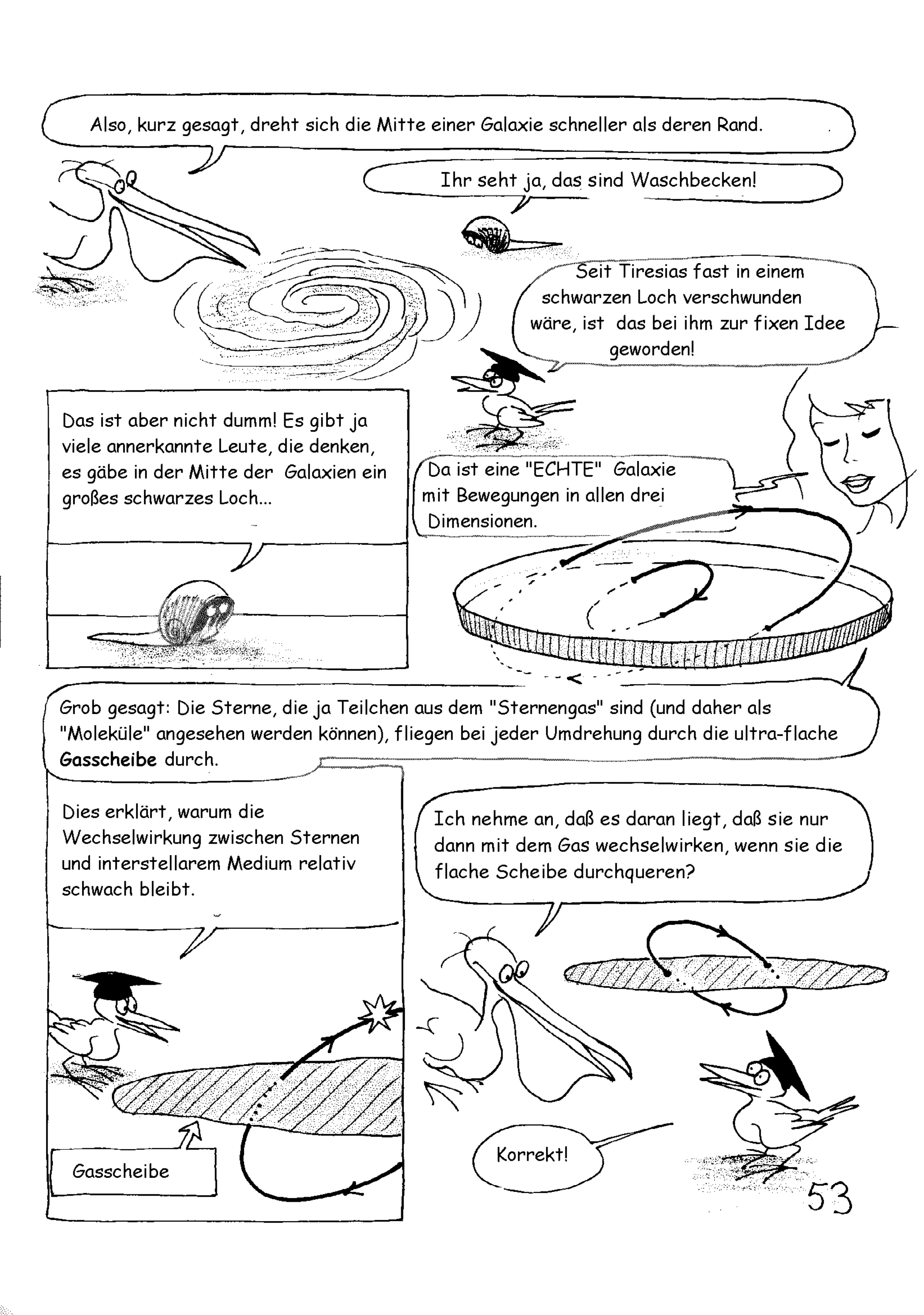
Kommen wir zurück zur Kaffeetasse.

Es ist wie in einer Tasse Kaffee: Die Objekte in einer Galaxie drehen sich nicht alle mit der selben **Drehgeschwindigkeit**. Unsere Sonne befindet sich am Rande der Galaxie und braucht **200** Millionen Jahre, um eine Umdrehung hinter sich zu bringen.

Sonne: Eine Umdrehung in 200 Millionen Jahren

1 Umdrehung in 100 Millionen

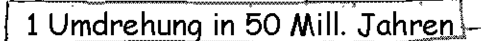
Eine Umdrehung in 50 Millionen Jahren


Also, kurz gesagt, dreht sich die Mitte einer Galaxie schneller als deren Rand.
Ihr seht ja, das sind Waschbecken!
Seit Tiresias fast in einem schwarzen Loch verschwunden wäre, ist das bei ihm zur fixen Idee geworden!
Das ist aber nicht dumm! Es gibt ja viele annerkannte Leute, die denken, es gäbe in der Mitte der Galaxien ein großes schwarzes Loch...
Da ist eine "ECHTE" Galaxie mit Bewegungen in allen drei Dimensionen.
Grob gesagt: Die Sterne, die ja Teilchen aus dem "Sternengas" sind (und daher als "Moleküle" angesehen werden können), fliegen bei jeder Umdrehung durch die ultra-flache **Gasscheibe** durch.
Dies erklärt, warum die Wechselwirkung zwischen Sternen und interstellarem Medium relativ schwach bleibt.
Gasscheibe
Ich nehme an, daß es daran liegt, daß sie nur dann mit dem Gas wechselwirken, wenn sie die flache Scheibe durchqueren?
Korrekt!

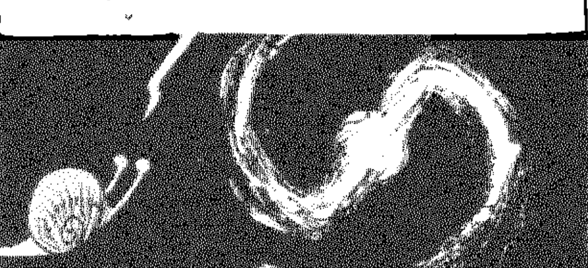
In der Mitte der Galaxien gibt es erstens mehr Sterne, und zweitens ist ihre Rotationsperiode um das Zentrum kleiner.



In dieser Region ist also die Wechselwirkung, die Reibung des stellaren Mediums auf das interstellare Medium größer.



Daher ist diese Struktur in der zentralen Region ausgeprägter und kann sogar die Gestalt einer **Balken** annehmen.



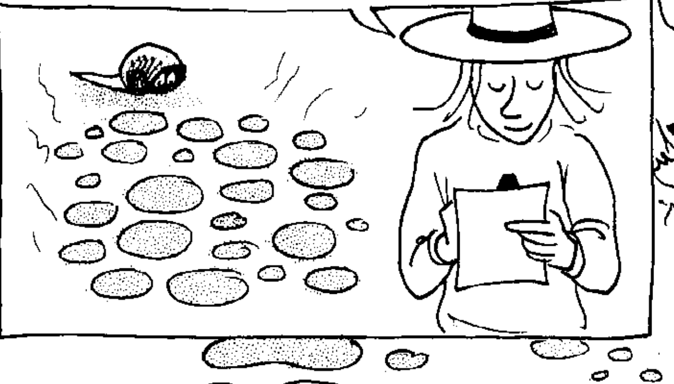
Kommen wir zum Gas zurück. Was passiert, wenn ich einen Klumpen **interstellares Gas** so los lasse?



Diesmal tut man gar nichts!

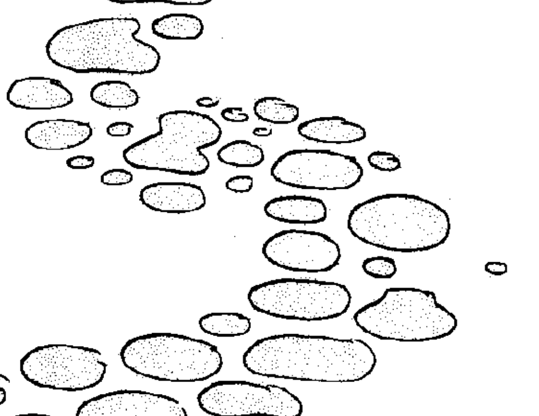
Man guckt nur zu!

Durch Strahlung kühlt das Gas von selbst ab. Dadurch nimmt seine Jeans-Länge ab, und es fragmentiert.

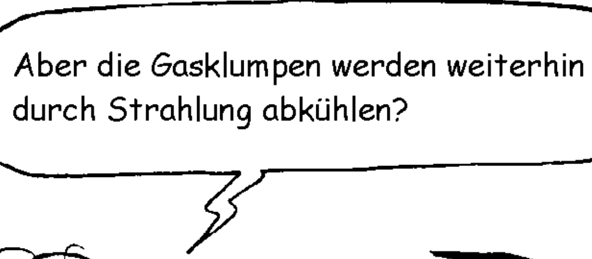


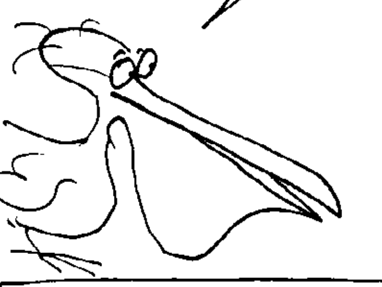
In den Galaxienarmen neigt das Gas dazu, sich in großen Klumpen zu versammeln, deren Radius gleich dem **Jeans-Radius** ist (*)

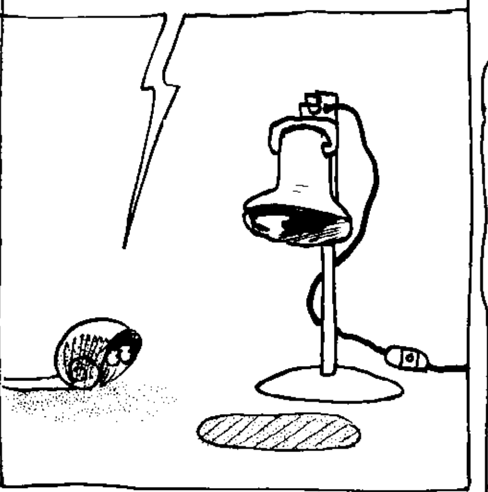


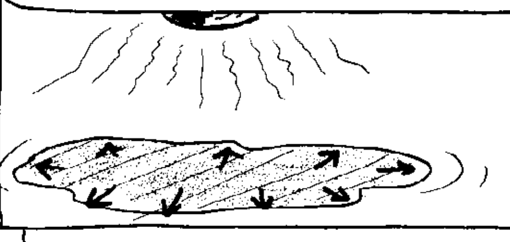


(*) In "echten" Galaxien hat auch die Dicke der Scheibe diese Größenordnung.


Aber die Gasklumpen werden weiterhin durch Strahlung abkühlen?


Ja, aber die jungen Sterne, die in diesen Wolken geboren werden, heizen sie wiederum ständig auf.
Wirst gleich sehen. Machen wir eine Experiment. Ich nehme mir eine UV-Lampe.


Willst Du einen Gasklumpen braun werden lassen?
Mit dieser Art Licht wird die von den jungen, sehr heißen Sternen abgegebene Strahlung simuliert, die den Klumpen aufheizt. **Wärme** ist aber mit **Druck** korreliert, und die Druckzunahme bläßt den Gasklumpen auf.


Wenn die Energiezufuhr zu plötzlich geschieht, kann ich sogar die Materie so wegblasen, daß der Klumpen auseinander fällt.

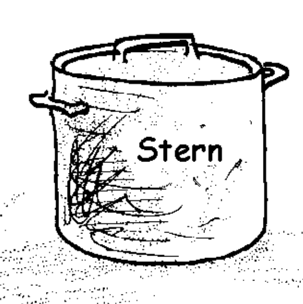




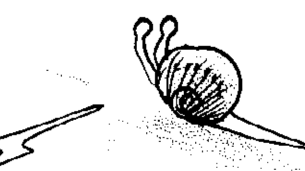

Eine Frage bleibt: **Was** ist ein **Stern**?

Das Phänomen Stern

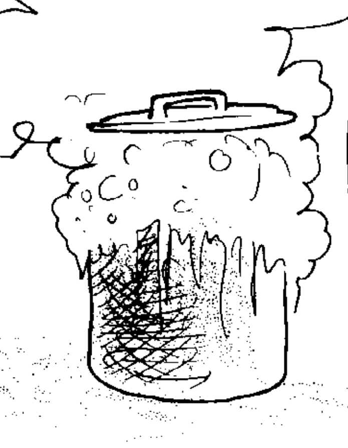
In der Mitte eines Gasklumpens erreichen die Temperatur und der Druck solch hohe Werte, daß **Wasserstofffusion** stattfindet und viel Energie freisetzt.



Das erhöht den **Druck** in der Mitte des Sterns noch. Vergessen wir nicht, daß Druck nichts Anderes als Energie pro Volumen ist.

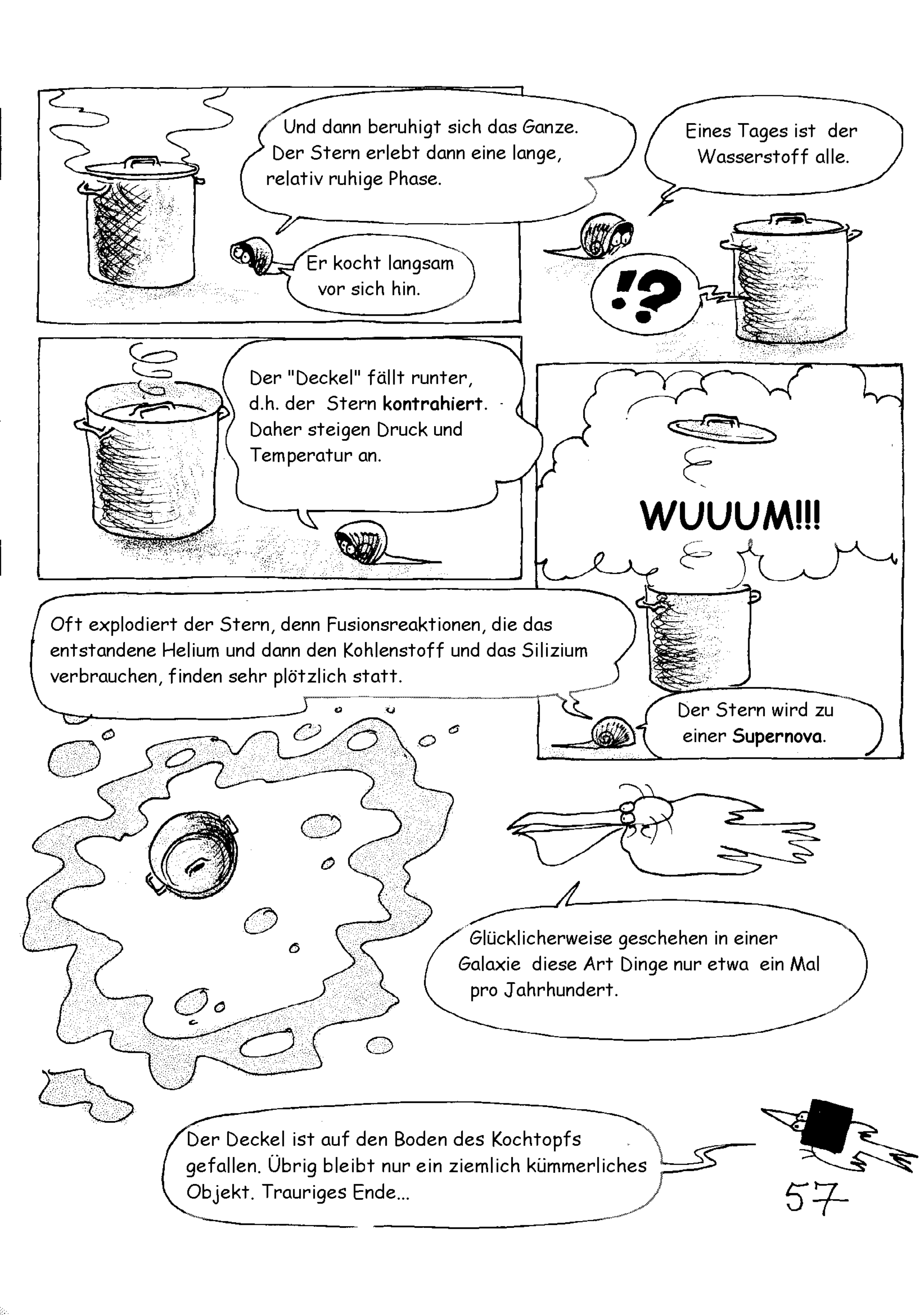


Ein **Stern** ist also nichts Anderes als eine Art Kochtopf mit Selbstzündung, der sich auch von selbst aufheizt.



Der **Durchmesser** des Sterns hängt von der freigesetzten Energie ab. Unmittelbar nach seiner Geburt ist ein Stern sehr reich an Wasserstoff. Er brennt dann wie verrückt und bläst sich enorm auf.

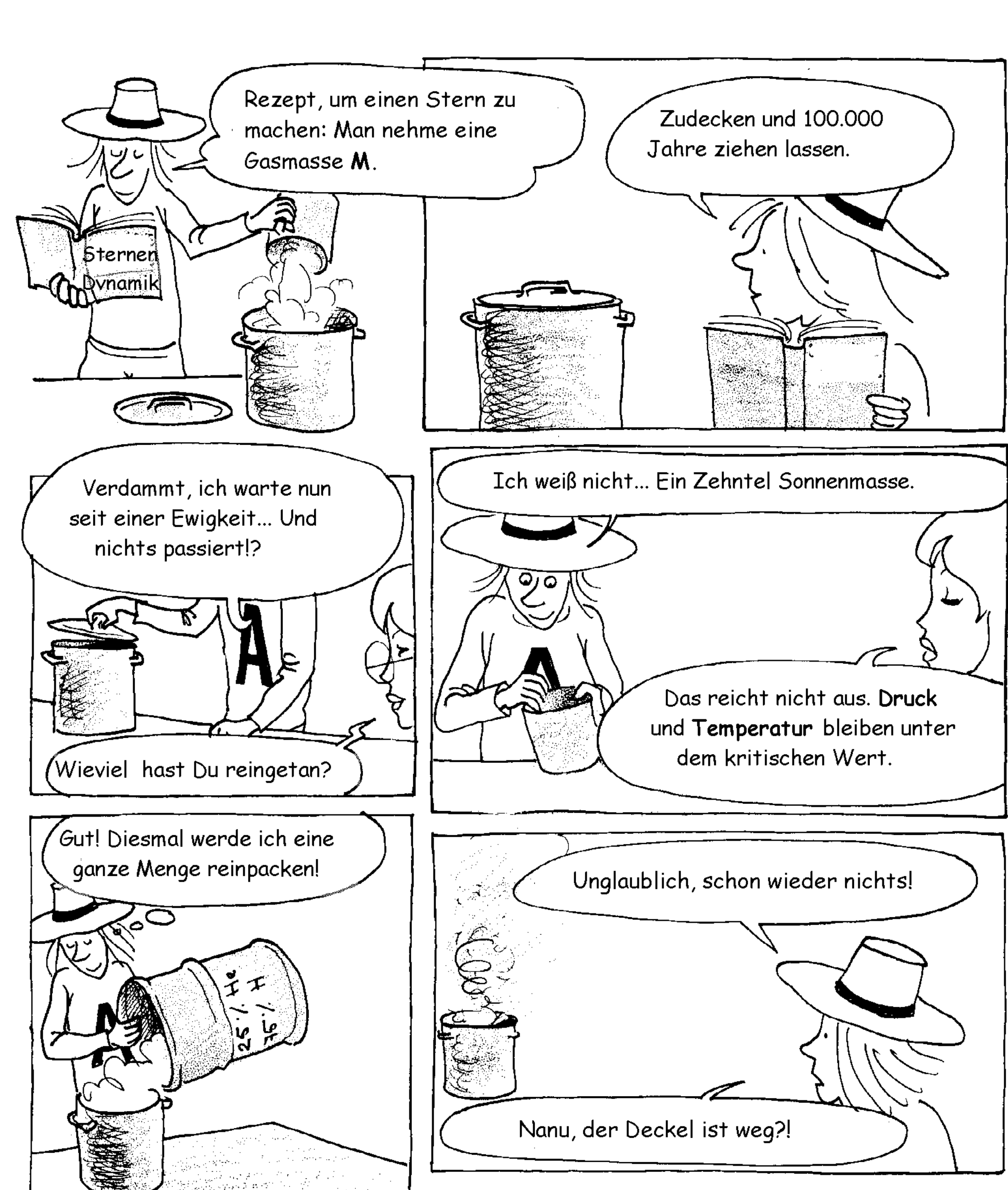



Und dann beruhigt sich das Ganze. Der Stern erlebt dann eine lange, relativ ruhige Phase.
Er kocht langsam vor sich hin.
Eines Tages ist der Wasserstoff alle.
!?
Der "Deckel" fällt runter, d.h. der Stern **kontrahiert**. Daher steigen Druck und Temperatur an.
WUUUM!!!
Der Stern wird zu einer **Supernova**.
Oft explodiert der Stern, denn Fusionsreaktionen, die das entstandene Helium und dann den Kohlenstoff und das Silizium verbrauchen, finden sehr plötzlich statt.
Glücklicherweise geschehen in einer Galaxie diese Art Dinge nur etwa ein Mal pro Jahrhundert.
Der Deckel ist auf den Boden des Kochtopfs gefallen. Übrig bleibt nur ein ziemlich kümmerliches Objekt. Trauriges Ende...

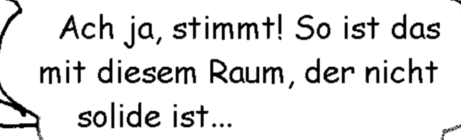


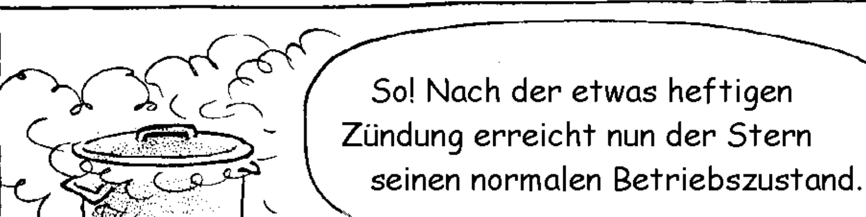
(*) Der Durchmesser einer Galaxie beträgt hunderttausend Lichtjahre.

Sternentypen





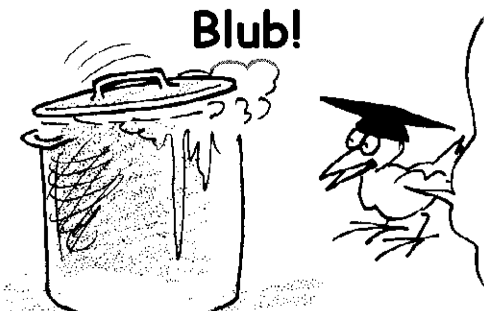






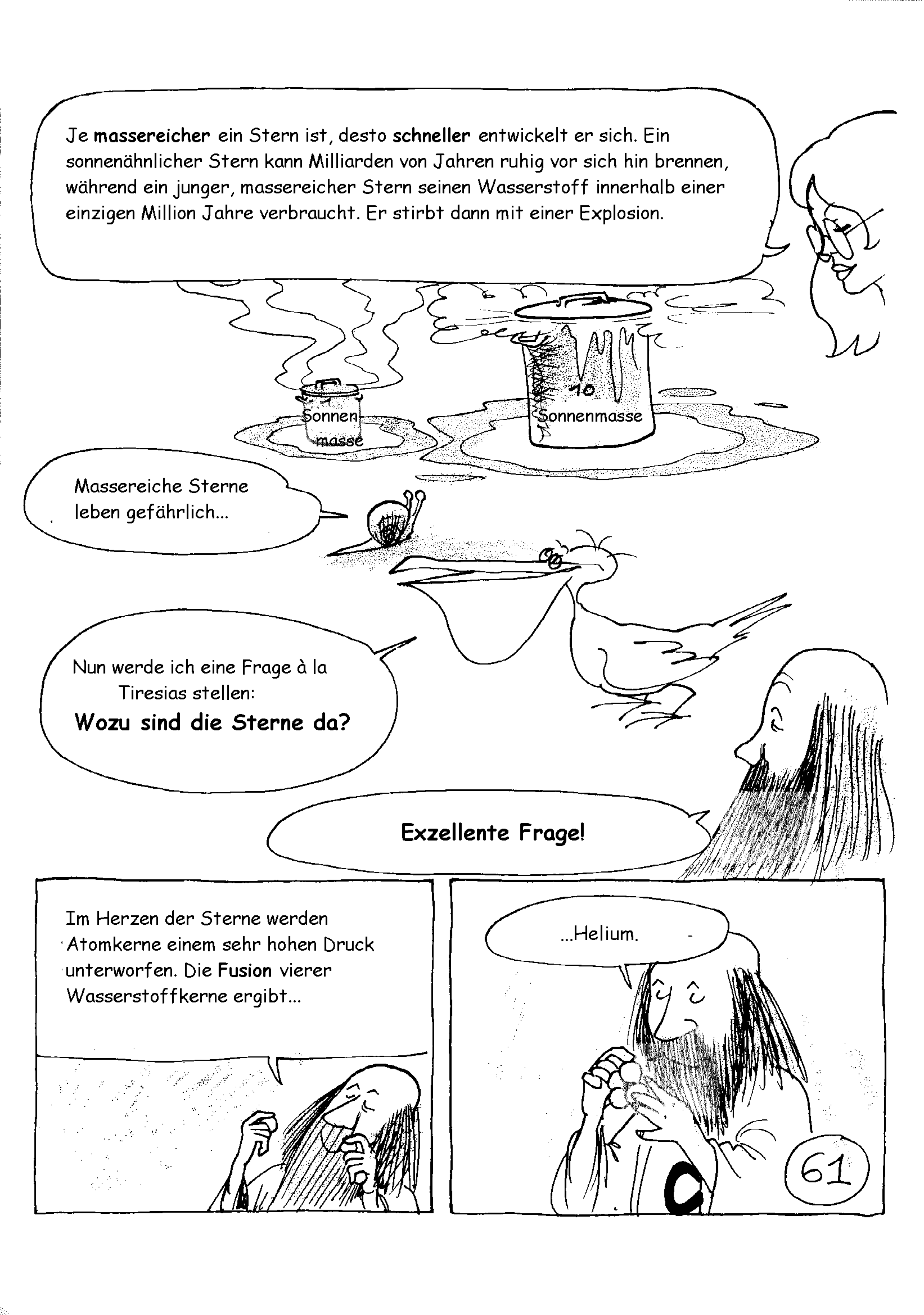


Cepheiden



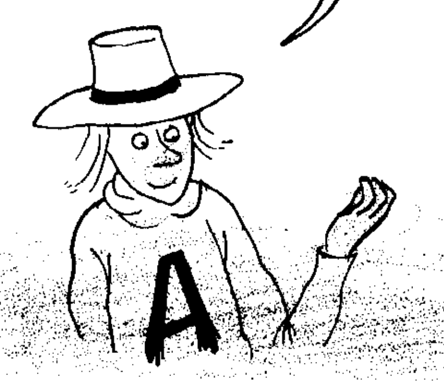
Je größer die Masse eines **Cepheid-Sterns** ist, desto länger ist seine Periode. Mittels Parallaxe konnte man die Entfernung dieser Sterne eichen, und damit konnte man dann die Entfernung der Andromeda-Galaxie berechnen.

Gez: Die Geschäftsführung


Je **massereicher** ein Stern ist, desto **schneller** entwickelt er sich. Ein sonnenähnlicher Stern kann Milliarden von Jahren ruhig vor sich hin brennen, während ein junger, massereicher Stern seinen Wasserstoff innerhalb einer einzigen Million Jahre verbraucht. Er stirbt dann mit einer Explosion.
Sonnenmasse
10 Sonnenmasse
Massereiche Sterne leben gefährlich...
Nun werde ich eine Frage à la Tiresias stellen: **Wozu sind die Sterne da?**
Exzellente Frage!
Im Herzen der Sterne werden Atomkerne einem sehr hohen Druck unterworfen. Die **Fusion** vierer Wasserstoffkerne ergibt...
...Helium.

Die Sporen des Universums





Wolken & Regen

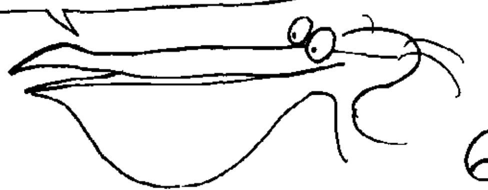
Diese Materie, die die Sterne entweder langsam ausatmen oder bei ihrem Tod explosiv wegschleudern, reichert nun wieder die Masse an interstellarem Gas an.

Summa summarum kann ein zufällig ausgewähltes Atom durchaus schon in mehreren Sternen gewohnt haben, besonders, wenn es ein schweres Atom ist.

Dieser Zyklus der Atome in den Sternen geht einher mit einer stetigen Anreicherung an **schweren Elementen**, z.B. an Metallen: Eisen, Nickel, Kupfer.



Und daher: je **jünger** die Sterne sind, desto reicher sind sie an **Metallen**!





Anselm, was machst Du?
Kommt mit...
Es ist Zeit, alles zusammenzufassen, was wir über Galaxien wissen.
Hier habe ich die besten Beobachtungsdaten.
Zunächst Materie: zweihundert Milliarden Sterne.
Ein bißchen interstellares Gas
Das Ganze gut mischen...
Aber... Was ist los?
Es fliegt alles weg!!?
Sophie, ich kann es nicht fassen... Meine Galaxie ist gänzlich auseinandergeflogen. Dabei hatte ich doch die neuesten Beobachtungsdaten benutzt!
Voll daneben...

Die fehlende Masse

In dieser Darstellung ist die Zentrifugalkraft stärker als die Gravitationskraft. Die involvierte **Masse** ist **2 Mal zu klein**.

Wenn man die Beobachtungsdaten heranholt, funktioniert das Modell nicht mehr. Das ist sehr ärgerlich

Anders gesagt:
VERLOREN: 200 MILLIARDEN STERNE.
GESUCHT WIRD JEGLICHE INFORMATION ZUR ERGREIFUNG DIESER **FEHLENDEN MASSE**.

Man zählt nur das auf, was man **sieht**.

Am Ende seines Lebens, wenn er einen Teil seiner Masse wegschleudert, überdauert der Stern in Gestalt eines Residuum, das man einen **Weißen Zwerg** oder einen **Braunen Zwerg** nennt. Diese strahlen i.d.R. zu wenig, als daß man sie entdecken könnte.



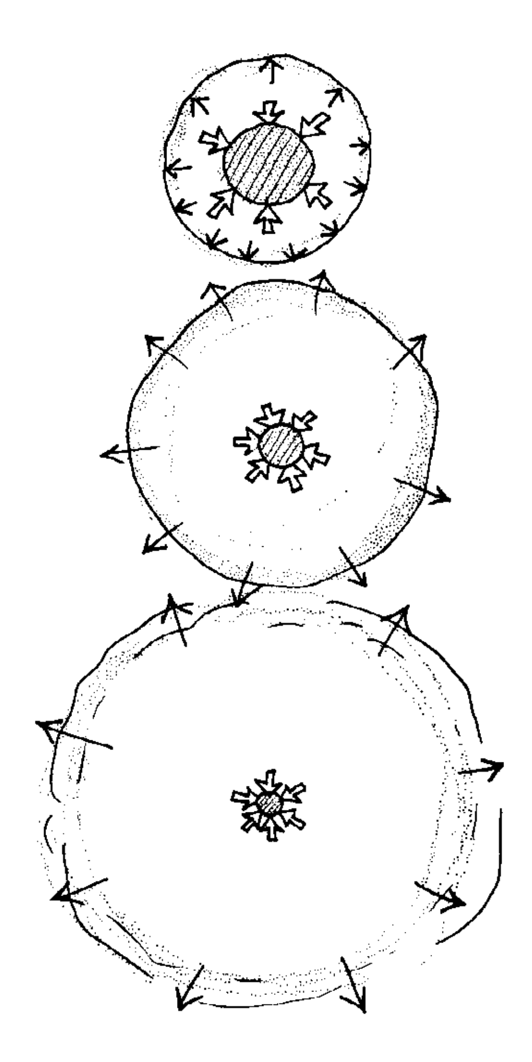
Dies bedeutet also, daß man nicht in der Lage wäre, diese **unsichtbare Masse** wahrzunehmen, die die Asche der ersten Sterne bildet und die gleichzeitig mit der Galaxie entstanden wäre.

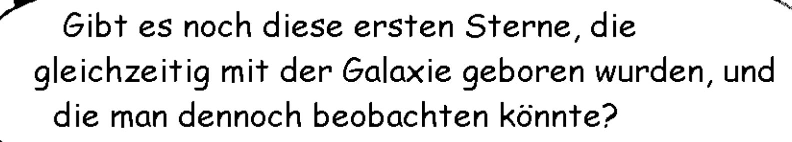
Wenn ein Stern als **Supernova** endet, explodiert die Außenschicht des Sterns. Der Rückstoß, der somit entsteht, kann den zentralen Kern derart komprimieren, daß dieser zum **schwarzen Loch** wird.





Schon wieder Objekte, die man nicht beobachten kann..







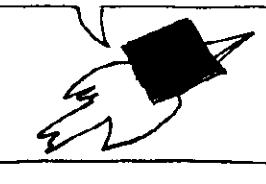


Was die anderen alten Sterne angeht, haben sie sich überall in der Galaxie verstreut, oder aber sind zu weißen oder zu braunen Zwergen oder zu schwarzen Löchern geworden.



Sternhaufen

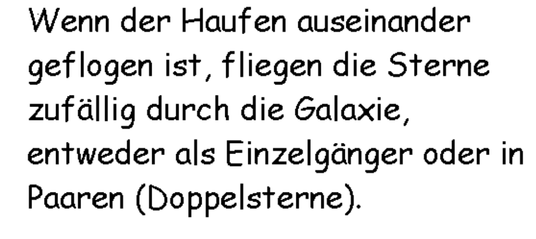
Ein Kugelhaufen ist ein Objekt, das etwa hunderttausend Sterne beinhaltet und das so alt wie die Galaxien ist. (*)



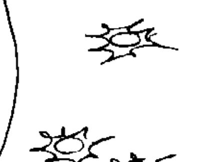
Aber Galaxien beinhalten auch kleine, neuere Haufen, die gerade dabei sind, sich relativ schnell aufzulösen.



Diese Mini-Haufen stellen Dellen dar, deren Ränder wenig ausgeprägt sind, und aus denen zufällig beschleunigte Sterne relativ leicht entfliehen können werden.

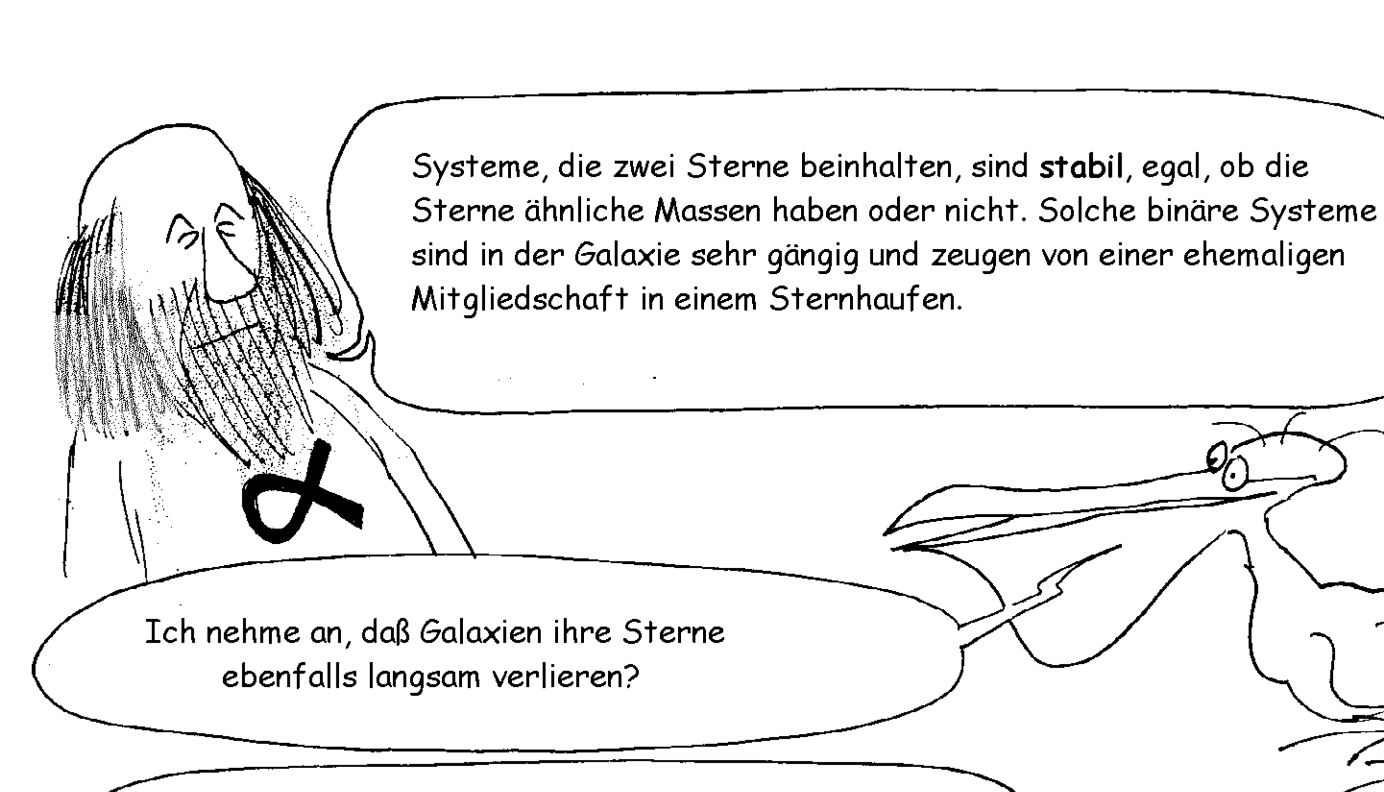


Wenn der Haufen auseinander geflogen ist, fliegen die Sterne zufällig durch die Galaxie, entweder als Einzelgänger oder in Paaren (Doppelsterne).

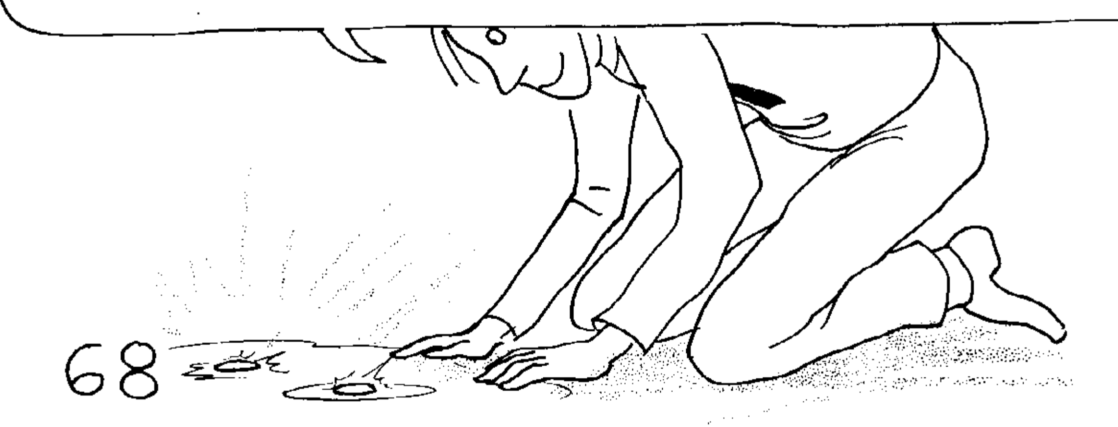




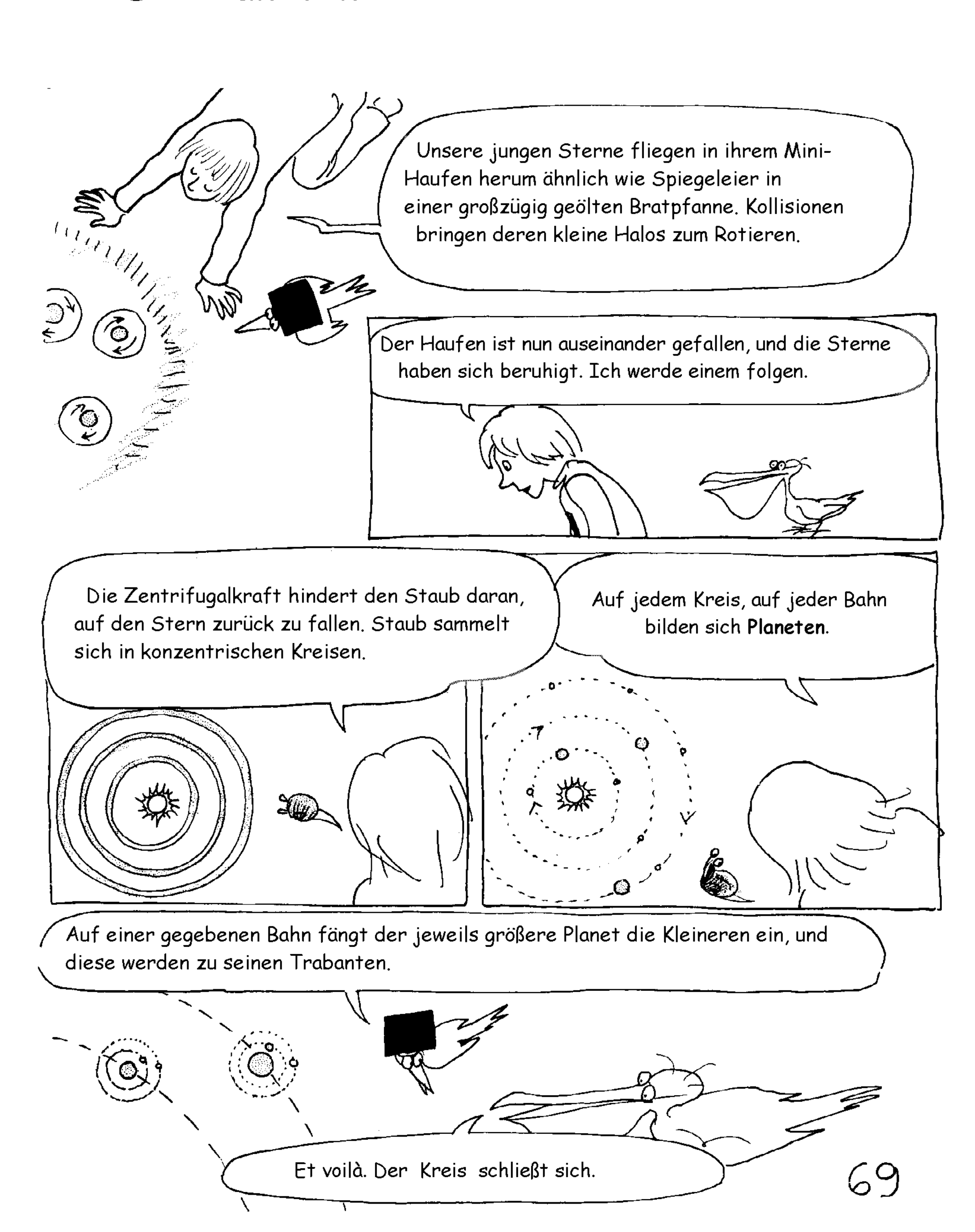
(*) Die Verdampfungszeit eines kollisionellen Haufens ist seiner Masse proportional.


Systeme, die zwei Sterne beinhalten, sind **stabil**, egal, ob die Sterne ähnliche Massen haben oder nicht. Solche binäre Systeme sind in der Galaxie sehr gängig und zeugen von einer ehemaligen Mitgliedschaft in einem Sternhaufen.
Ich nehme an, daß Galaxien ihre Sterne ebenfalls langsam verlieren?
Um dies zu erreichen, müßten manche Sterne durch Kollisionen enorm große Geschwindigkeiten erreichen, die größer als die Fluchtgeschwindigkeit der Galaxie wären. Sterne sind aber durch die Galaxie verstreut und bilden ein **nicht-kollisionelles** Ensemble. Sie treffen praktisch nicht mehr aufeinander. Und daher verlieren Galaxien ihre Sterne nicht.

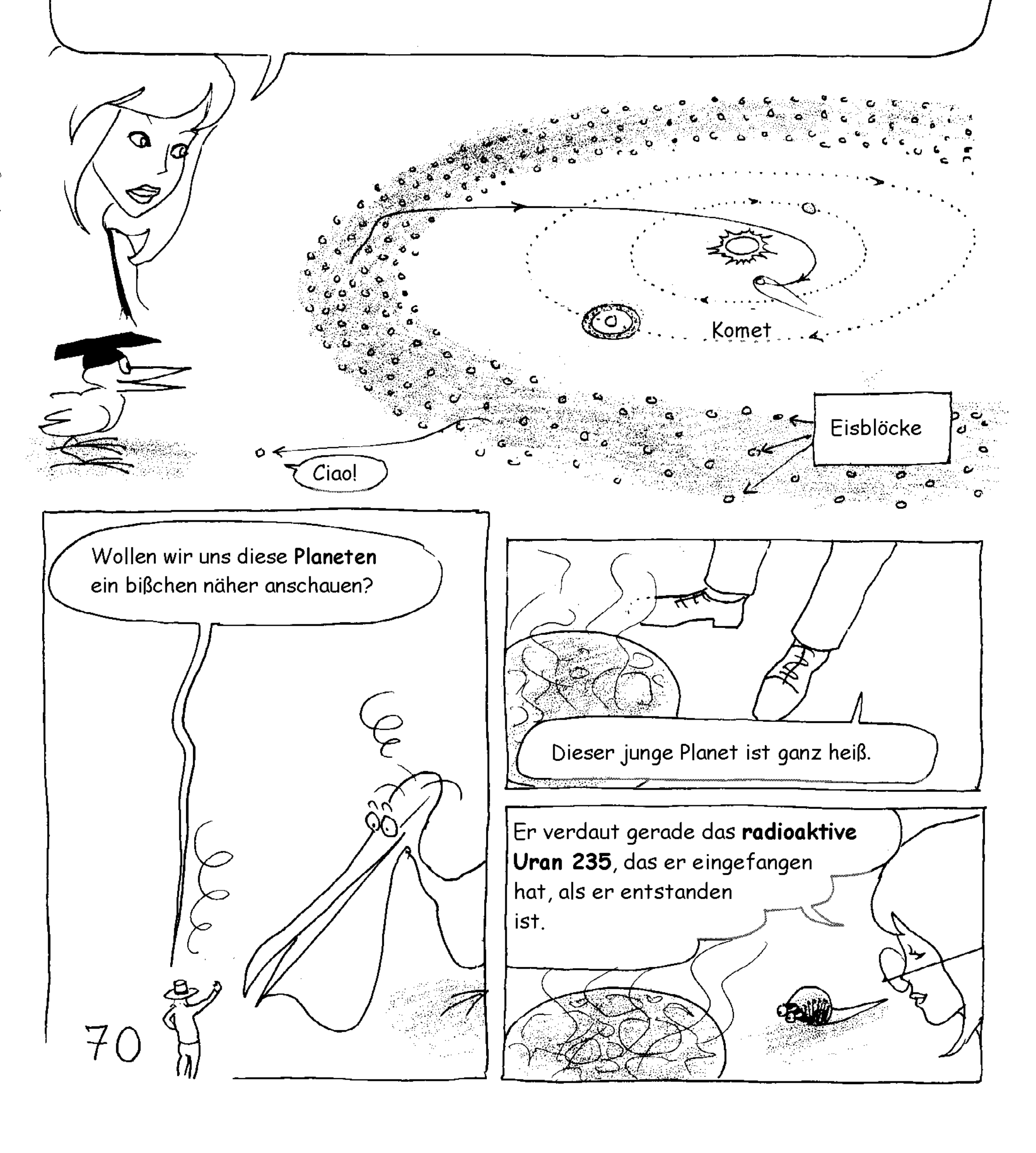

Irgendwie erleichtert es mich...


Ich beobachte nun diesen kleinen Sternhaufen, der gerade geboren wurde. Im Grunde genommen verhalten sich die jungen Sterne wie unsere jungen Galaxien. Sie sind heiß, von einem kleinen Gas- und Staubhalo umgeben: sozusagen deren Atmosphäre...

Die Planeten



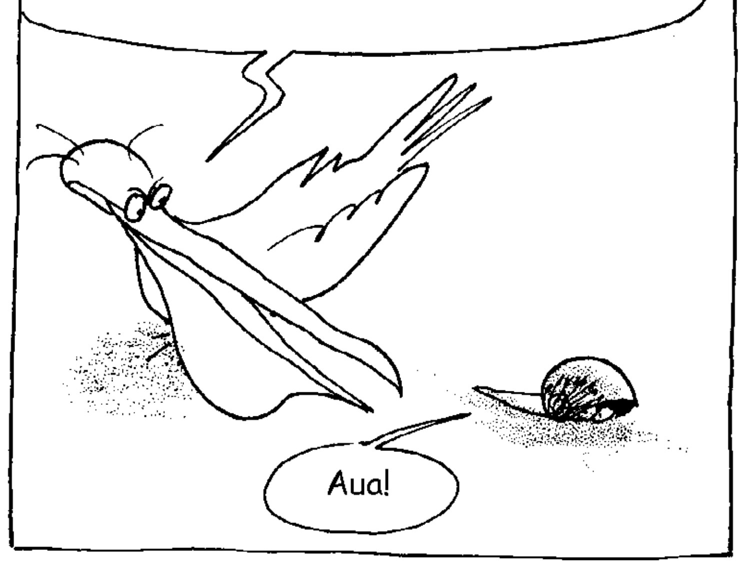
Der **Gasanteil** dieser **ursprünglichen Sternatmosphäre** wird zu einer Art **Halo aus schmutzigem Schnee** kondensieren. Von Zeit zur Zeit geschehen Kollisionen zwischen Mitgliedern dieses Gürtels. Wenn eines dieser Mitglieder beschleunigt wird, verläßt es das **Sonnensystem**. Wenn es abgebremst wird, "fällt" es in Richtung Zentrum des Systems und wird zu einem **Komet**.





Was !? Als die Planeten geboren wurden, waren es **NUKLEARE REAKTOREN !?**
Warum **WAREN ?** Sie sind es immer noch! Warum denkst du, dass der Erdkern geschmolzen ist?
Passt auf!
Sie wurde auch von den vielen Meteoriten erwärmt, als sie „**Hausputz machte**“.
Lasst uns das näher ansehen.
A

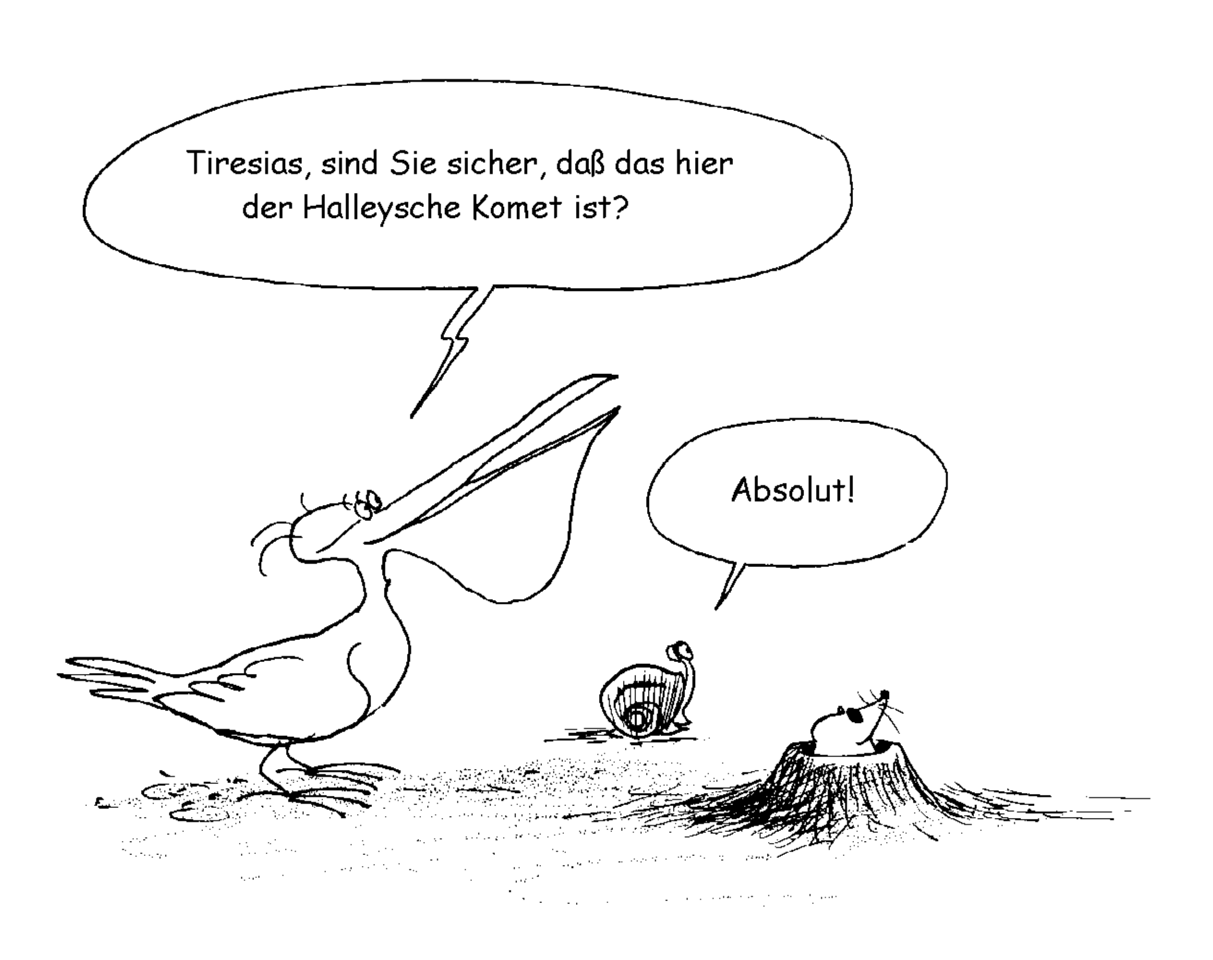




Und nun befinden wir uns auf einem **Planeten**. Nach und nach ebnet der sinnflutartige Regen die Narben, die die Meteoriten hinterlassen haben. Wir sind bei t = 10 Milliarden Jahre, und die Temperatur der kosmologischen Hintergrundstrahlung ist auf **4** Grad Kelvin gefallen.

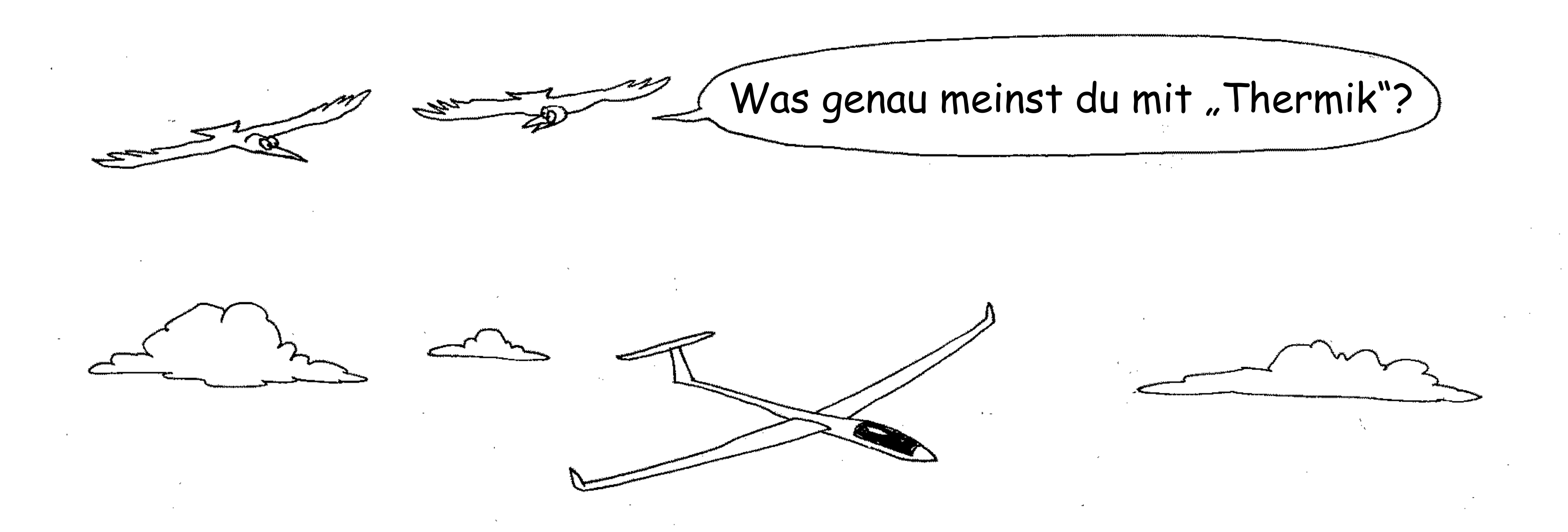
Bald werden wir eine neue Geschichte schreiben können: das **Biologikon**. Hier spricht Sophie live vom Kosmos.

FiN


Tiresias, sind Sie sicher, daß das hier der Halleysche Komet ist?
Absolut!


Möglicherweise ist das Universum bloß ein großer popularwissenschaftlicher Versuch, mit dem Gott versucht, uns etwas verstehen zu lassen...

http://savoir-sans-frontieres.com

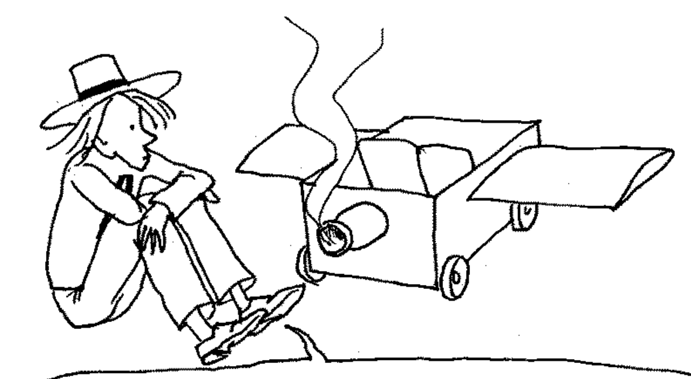


Jean-Pierre Petit, 2008

Flugmechanik

Übersetzung: Hendrik Ditt
Anregungen, Fehler, Verbesserungen an:
Hendrik.Ditt@web.de

GLEITEN

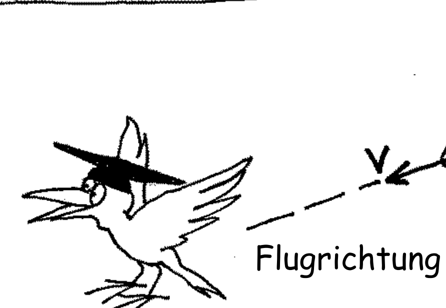




Schwerkraft? Aber das ist keine MASCHINE. Wenn ich einen Kiesel werfe, fällt er herunter, nichts anderes. Du willst das doch nicht fliegen nennen.

Du musst nicht wie ein Stein fallen. Durch GLEITEN kannst du dir Zeit lassen mit dem Herunterkommen.

Was meinst du mit GLEITEN?



F: AERODYNAMISCHE KRAFT

V_h: HORIZONTALE GESCHWINDIGKEIT

V

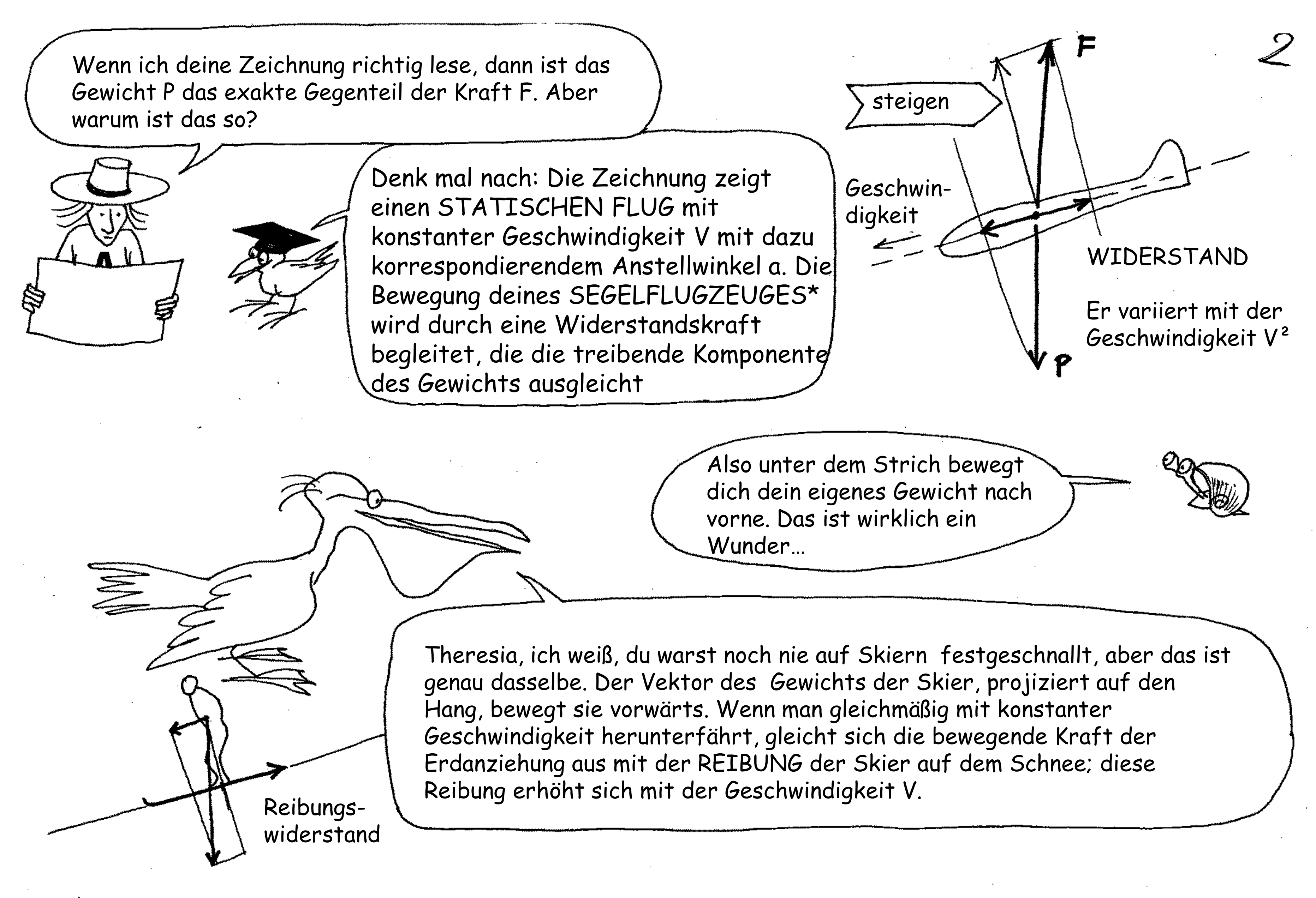
Flugrichtung

P: GEWICHT

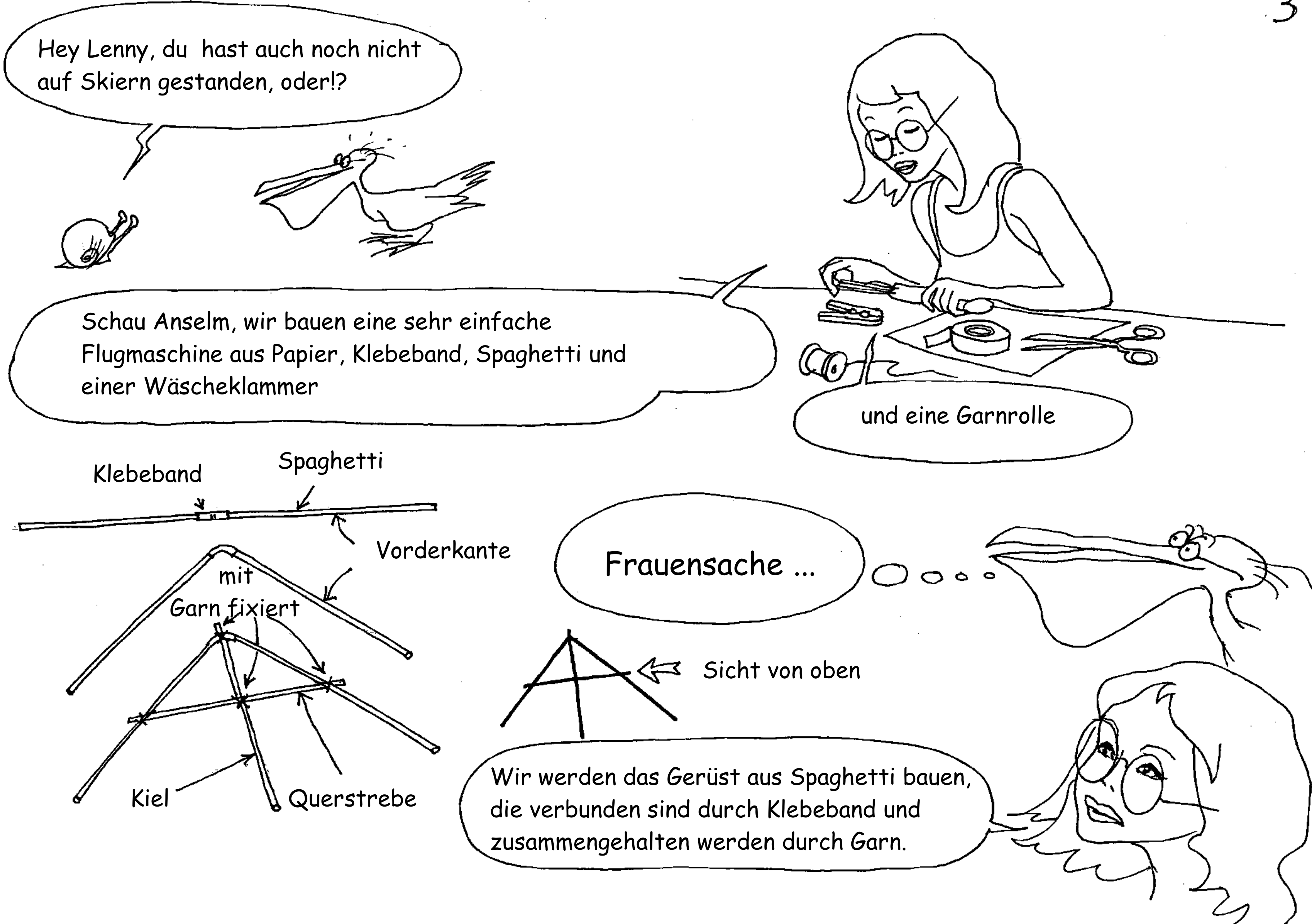
V: GESCHWINDIGKEIT

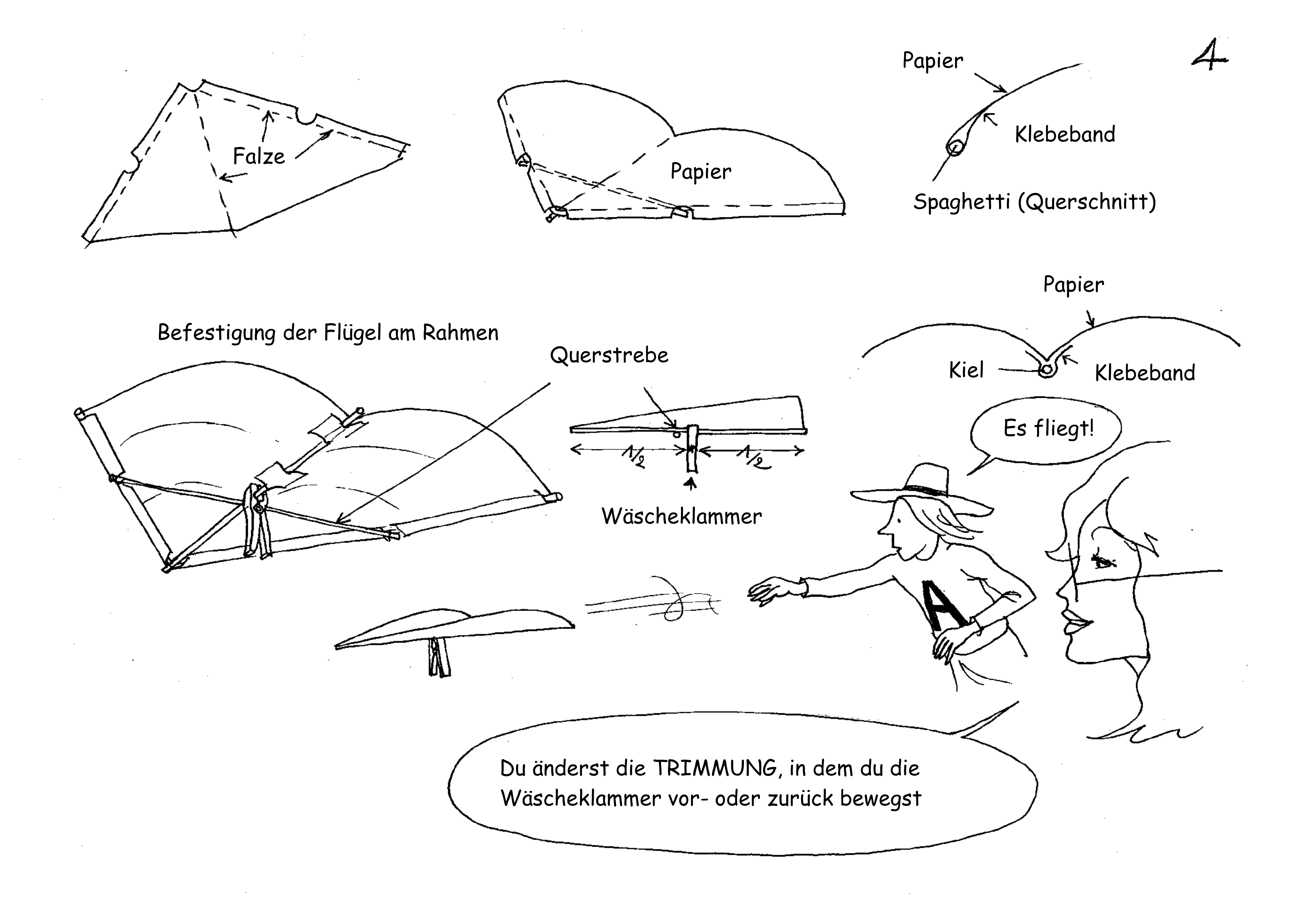
V_z: VERTIKALE GESCHWINDIGKEIT (Sinkgeschwindigkeit)

Wenn du dich mit der Geschwindigkeit V bewegst, kannst du durch FLÜGEL eine AERODYNAMISCHE KRAFT F erzeugen, die proportional zum Quadrat dieser Geschwindigkeit ist, V^2

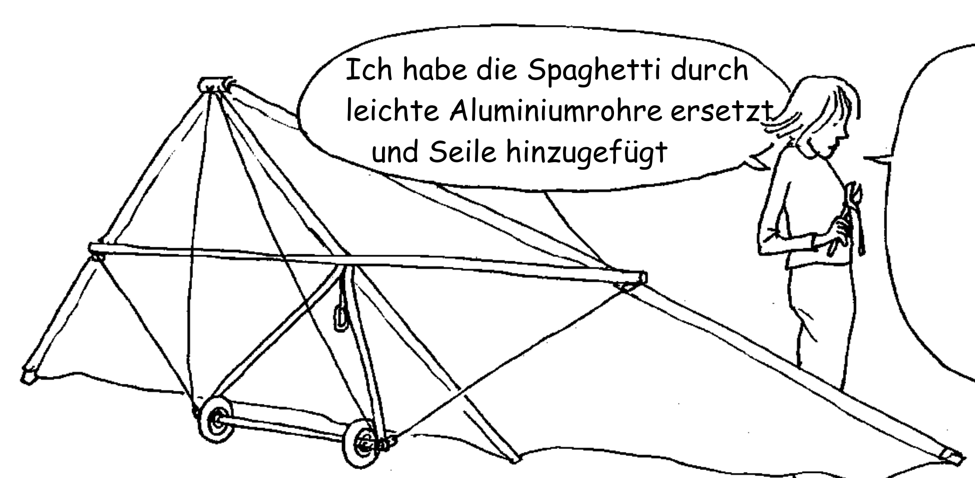


(*) Auch „Gleiter“ genannt, auch wenn dieser Term meist für Hanggleiter oder Paragleiter verwendet wird. (Siehe auch Seite 5 und 26.)


Hey Lenny, du hast auch noch nicht auf Skiern gestanden, oder!?
Schau Anselm, wir bauen eine sehr einfache Flugmaschine aus Papier, Klebeband, Spaghetti und einer Wäscheklammer
und eine Garnrolle
Klebeband
Spaghetti
Vorderkante
mit Garn fixiert
Kiel
Querstrebe
Frauensache ...
Sicht von oben
Wir werden das Gerüst aus Spaghetti bauen, die verbunden sind durch Klebeband und zusammengehalten werden durch Garn.


Falze
Papier
Papier
Klebeband
Spaghetti (Querschnitt)
Befestigung der Flügel am Rahmen
Querstrebe
1/2
1/2
Wäscheklammer
Papier
Kiel
Klebeband
Es fliegt!
Du änderst die TRIMMUNG, in dem du die
Wäscheklammer vor- oder zurück bewegst

HANGGLEITER

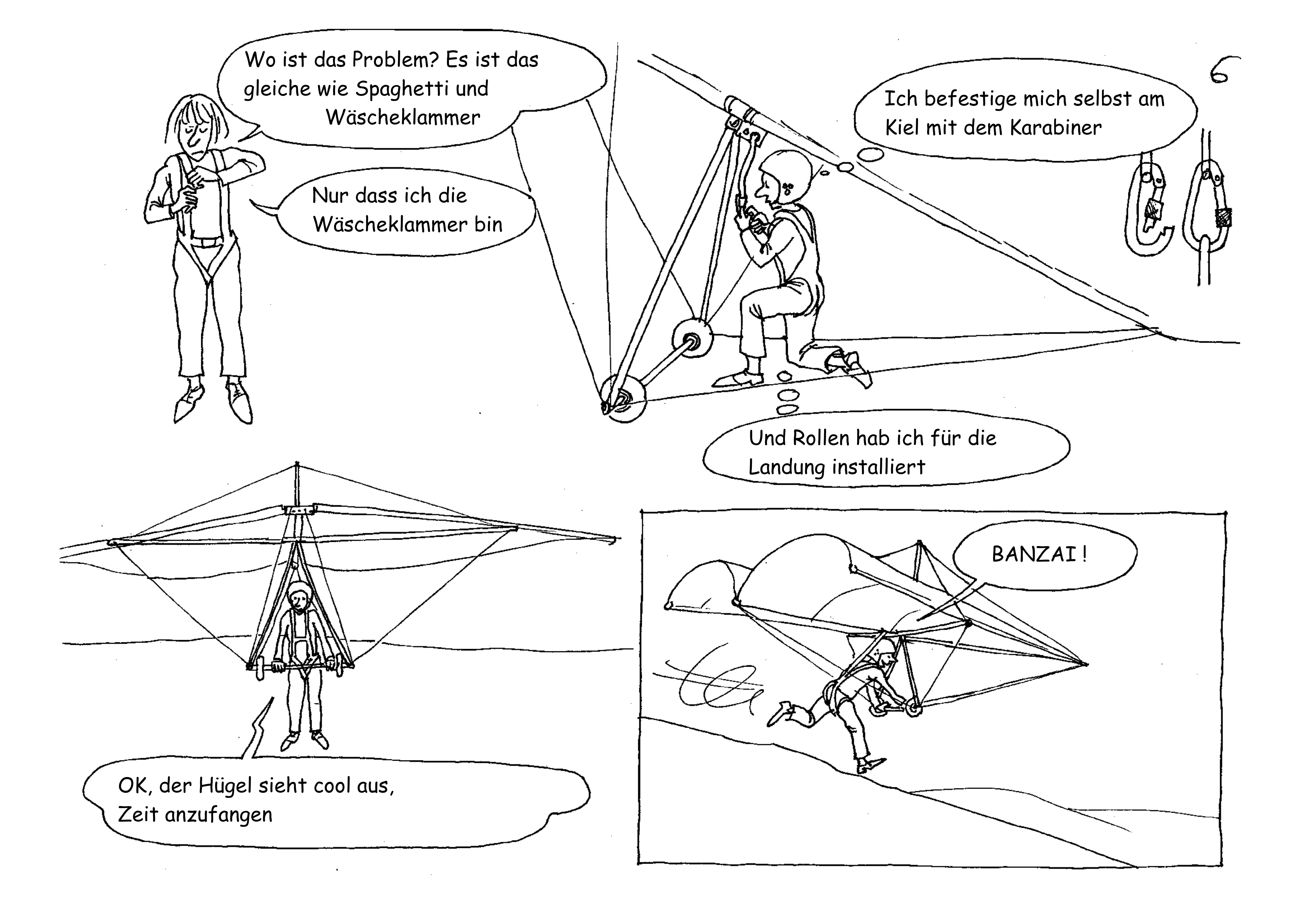


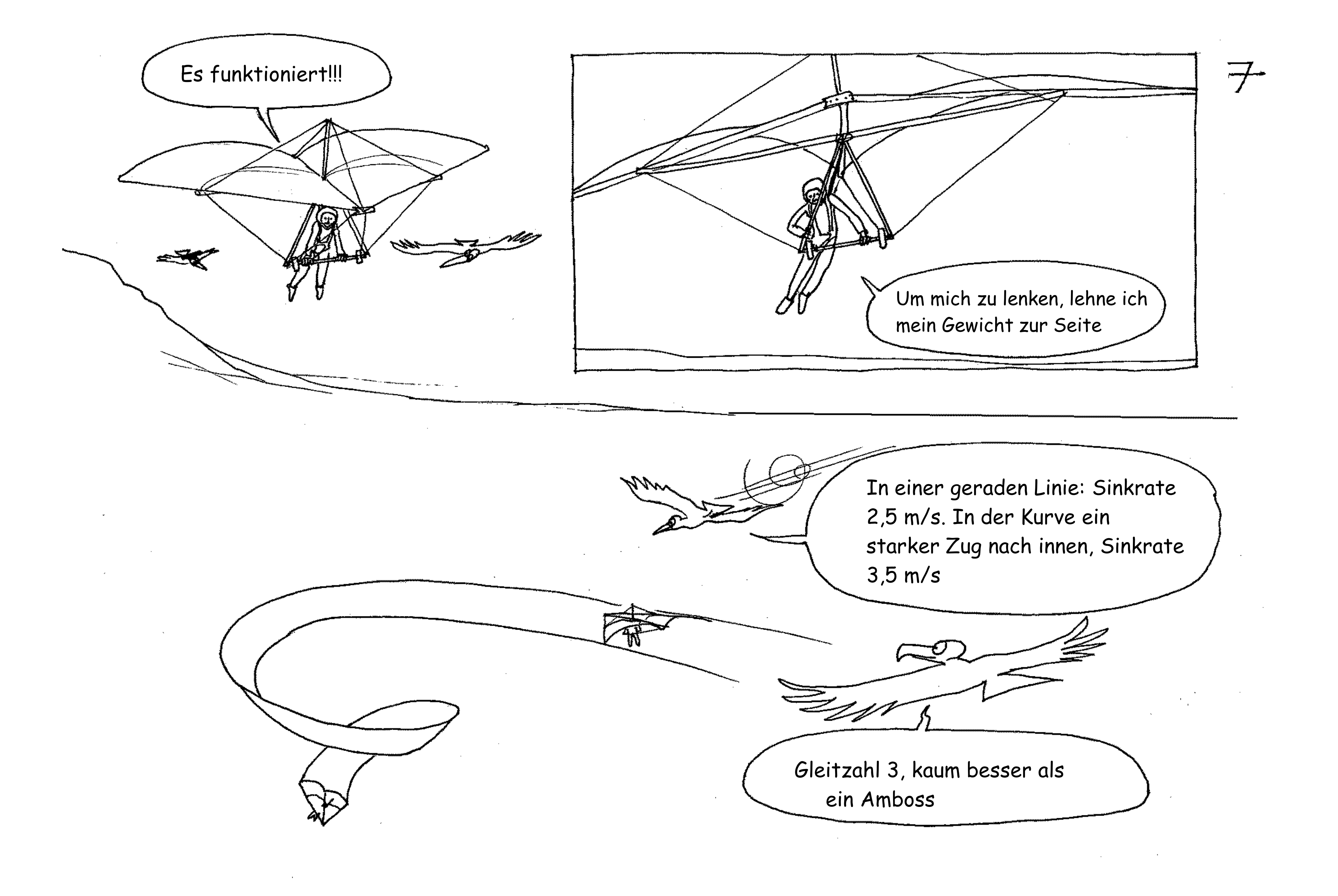
Da die Maschine durch die Wäscheklammer flog, muss ich nur diese ersetzen.. Ich habe einen Rahmen aus Rohren gebaut, die ein TRAPEZ bilden, das ich mit beiden Händen anfasse. So kann ich den Ballast, also mein Gewichte, nach vorne, hinten, rechts oder links verlagern, so wie gewünscht.

Wäre es nicht besser …., auf Sophie zu warten damit sie uns sagt, was sie davon hält?

Mein Gott, und mit dem Höllenapparat will er wirklich in die Luft gehen?

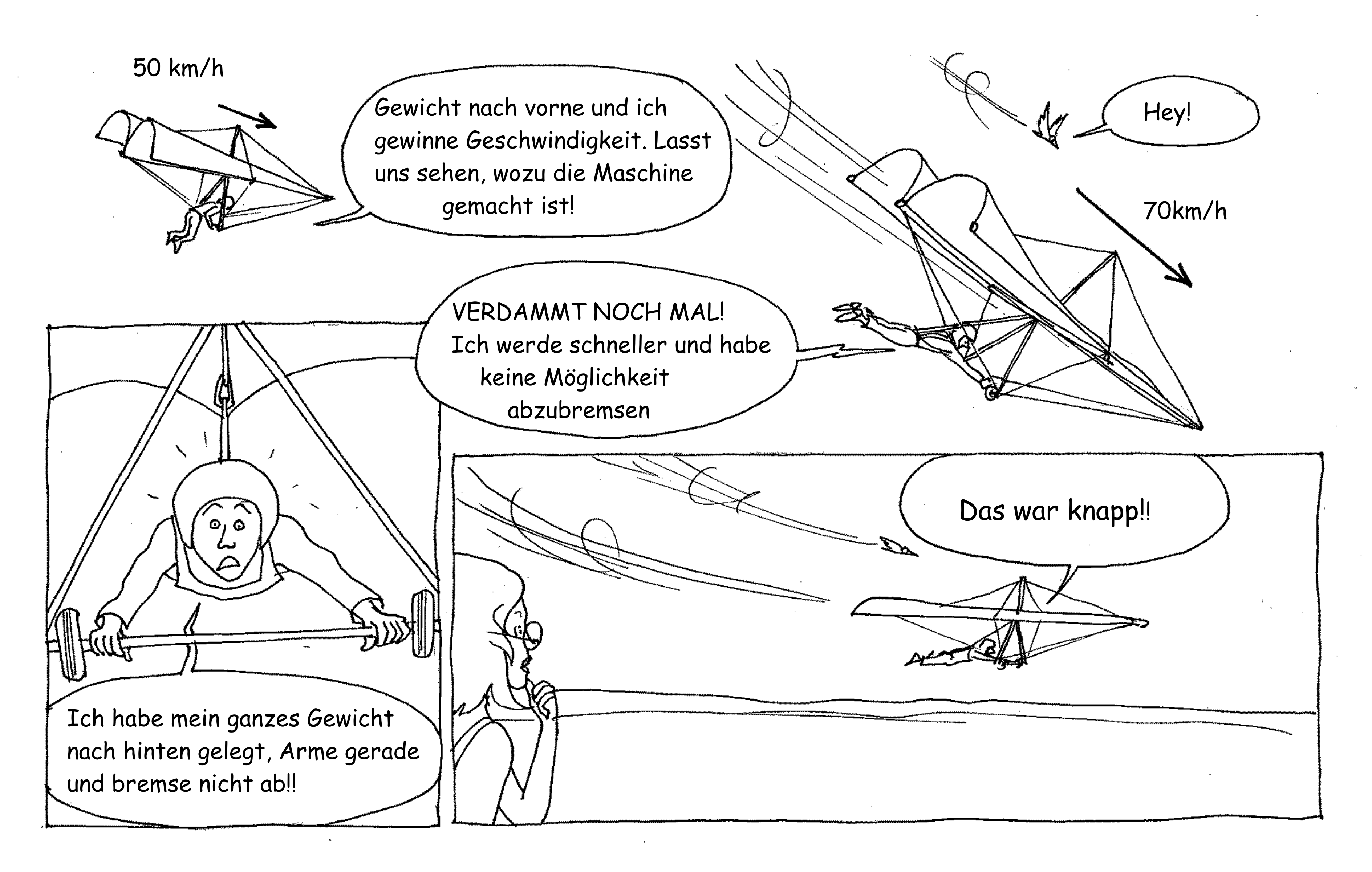


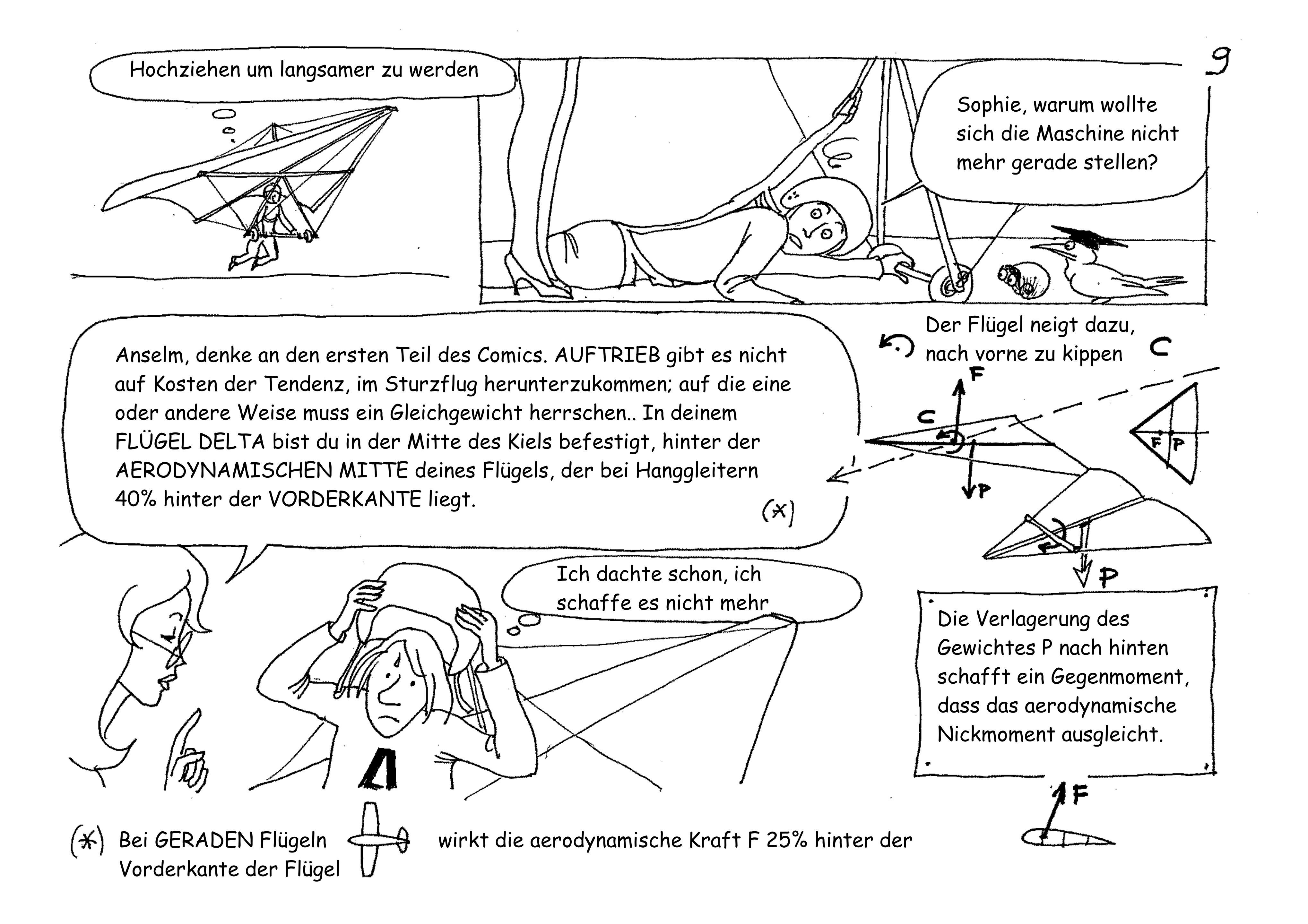

Wo ist das Problem? Es ist das gleiche wie Spaghetti und Wäscheklammer
Nur dass ich die Wäscheklammer bin
Ich befestige mich selbst am Kiel mit dem Karabiner
Und Rollen hab ich für die Landung installiert
OK, der Hügel sieht cool aus, Zeit anzufangen
BANZAI !



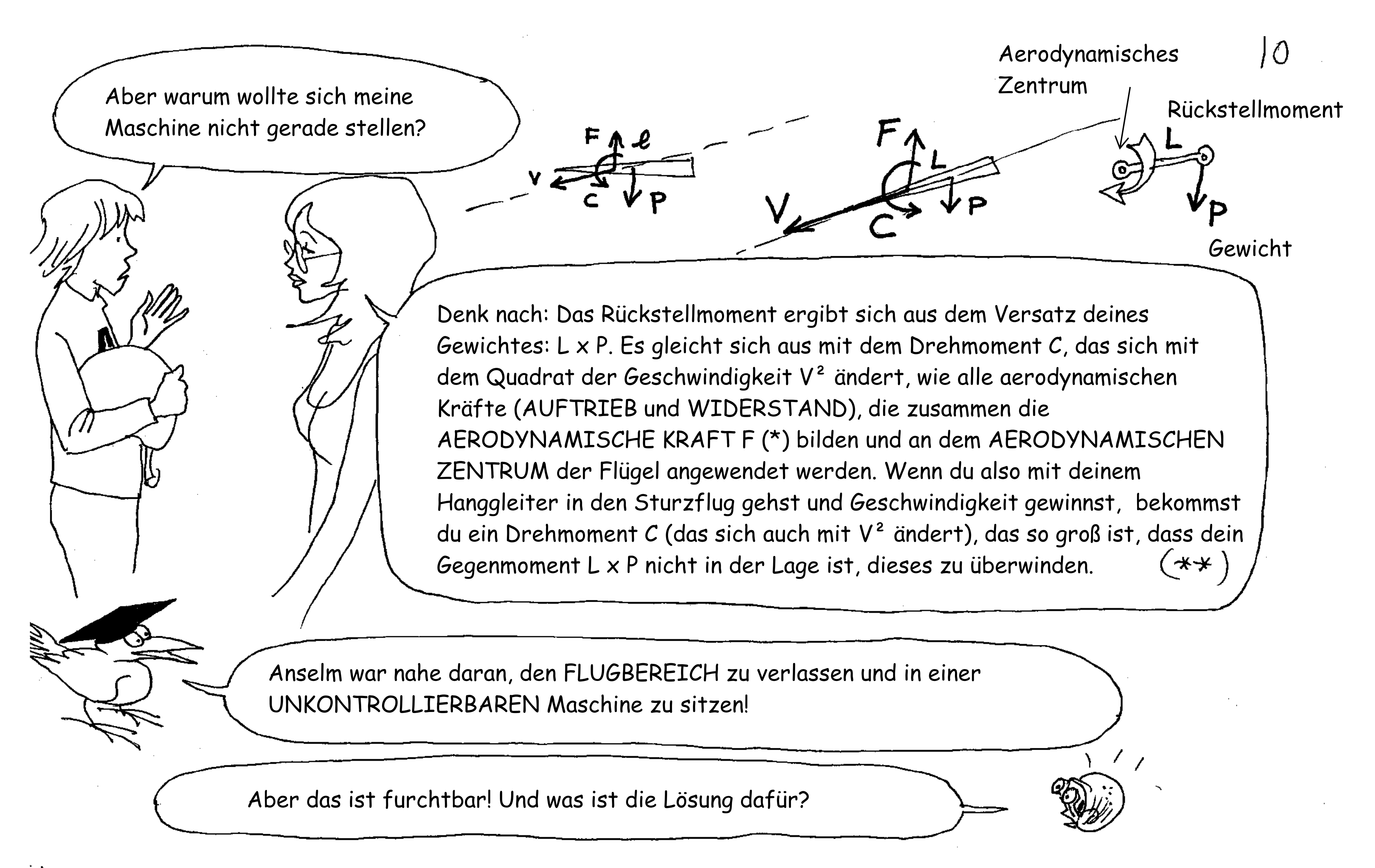
Es funktioniert!!!
Um mich zu lenken, lehne ich mein Gewicht zur Seite
In einer geraden Linie: Sinkrate 2,5 m/s. In der Kurve ein starker Zug nach innen, Sinkrate 3,5 m/s
Gleitzahl 3, kaum besser als ein Amboss

SELBST-STABILISIEREN





Hochziehen um langsamer zu werden
9
Sophie, warum wollte sich die Maschine nicht mehr gerade stellen?
Anselm, denke an den ersten Teil des Comics. AUFTRIEB gibt es nicht auf Kosten der Tendenz, im Sturzflug herunterzukommen; auf die eine oder andere Weise muss ein Gleichgewicht herrschen.. In deinem FLÜGEL DELTA bist du in der Mitte des Kiels befestigt, hinter der AERODYNAMISCHEN MITTE deines Flügels, der bei Hanggleitern 40% hinter der VORDERKANTE liegt. (*)
Der Flügel neigt dazu, nach vorne zu kippen
C
F
C
P
F P
P
Ich dachte schon, ich schaffe es nicht mehr
Die Verlagerung des Gewichtes P nach hinten schafft ein Gegenmoment, dass das aerodynamische Nickmoment ausgleicht.
F
(*) Bei GERADEN Flügeln wirkt die aerodynamische Kraft F 25% hinter der Vorderkante der Flügel

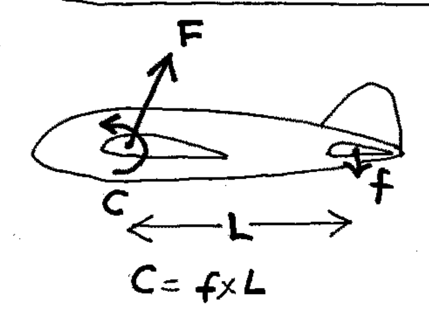


*) Einige Bücher nennen dies „resultierende aerodynamische Kraft, kurz R

**) Ein mangelndes Bewusstsein dieser Gefahr verursachte in den 1970er Jahren viele Todesopfer

Ein aerodynamisches Problem braucht eine aerodynamische Lösung. Das war es, was Sophie Anselm im ersten Buch dieser Serie über die Flugzeuge mit HÖHENLEITWERKEN vorschlug.



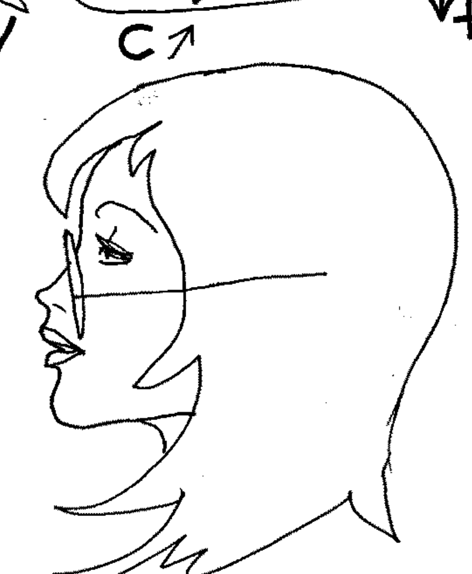


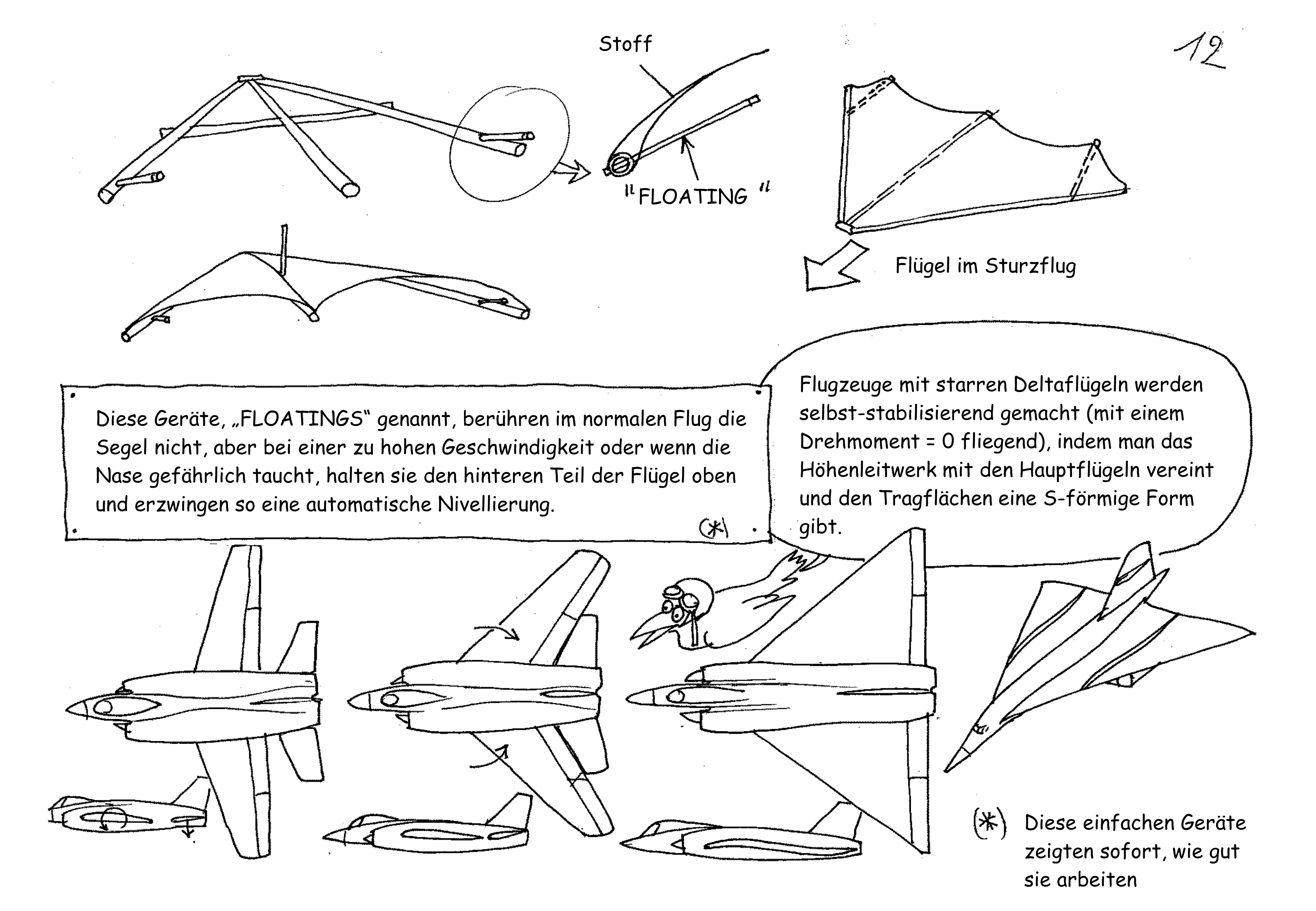
Dieses System ist auch SELBST-STABILISIEREND: Wenn die Geschwindigkeit zunimmt, neigt das Flugzeug dazu, sich nach vorne und unten zu drehen, da das Drehmoment (das mit V^2 wächst) größer wird. Aber das wird sofort ausgeglichen durch die zunehmende RÜCKSTELLKRAFT f



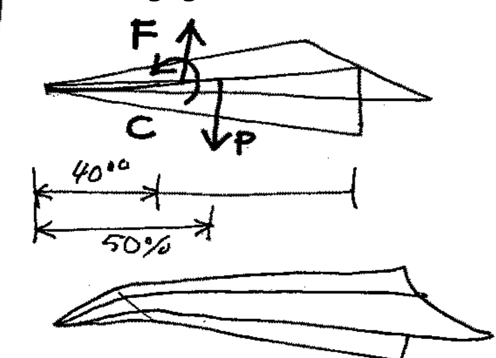
Also muss ich nur ein Höhenleitwerk an meinen Hanggleiter bauen?

Du könntest es tatsächlich so machen, aber es gibt einen einfacheren Weg, deine Sicherheit zu garantieren.




Stoff
"FLOATING"
Flügel im Sturzflug
Diese Geräte, „FLOATINGS" genannt, berühren im normalen Flug die Segel nicht, aber bei einer zu hohen Geschwindigkeit oder wenn die Nase gefährlich taucht, halten sie den hinteren Teil der Flügel oben und erzwingen so eine automatische Nivellierung. (*)
Flugzeuge mit starren Deltaflügeln werden selbst-stabilisierend gemacht (mit einem Drehmoment = 0 fliegend), indem man das Höhenleitwerk mit den Hauptflügeln vereint und den Tragflächen eine S-förmige Form gibt.
(*) Diese einfachen Geräte zeigten sofort, wie gut sie arbeiten

Ein traditionelles Papierflugzeug fliegt wie ein Hanggleiter. Der Schwerpunkt ist offensichtlich in der Mitte, wohingegen sich das AERODYNAMISCHE ZENTRUM bei 40% des Flügels befindet. Das Gegenmoment des



Gewichtes gleicht das Drehmoment des Auftriebs aus. Bei einem Sturzflug wird es sich nicht nivellieren. Du kannst die Flügel selbst-stabilisierend machen, indem du die Nase leicht herunterfaltest und den Schwanz leicht nach oben biegst. Dadurch wird der Flieger S-förmig und er fliegt (neben anderen Dingen) langsamer.

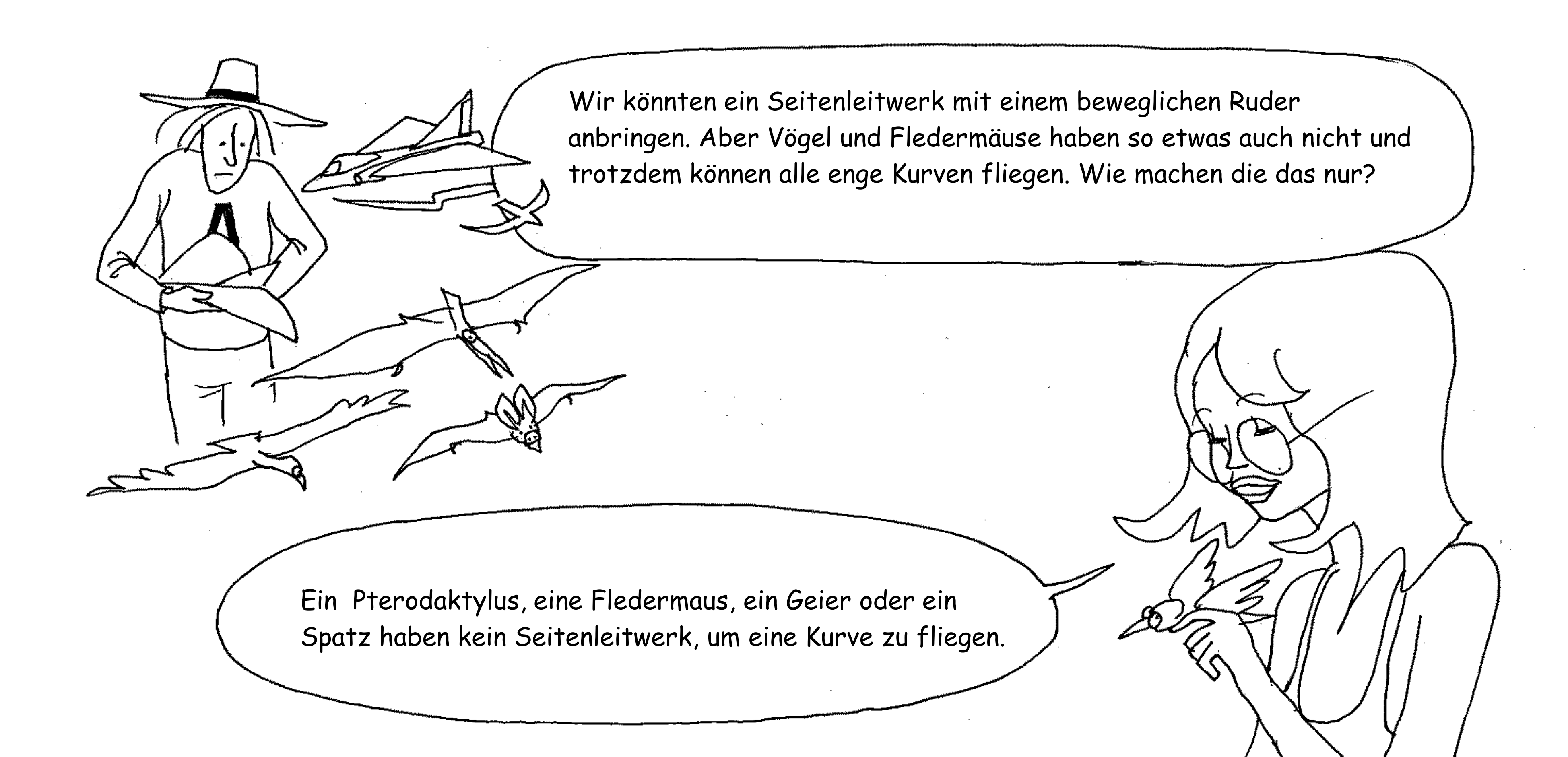
Das Management

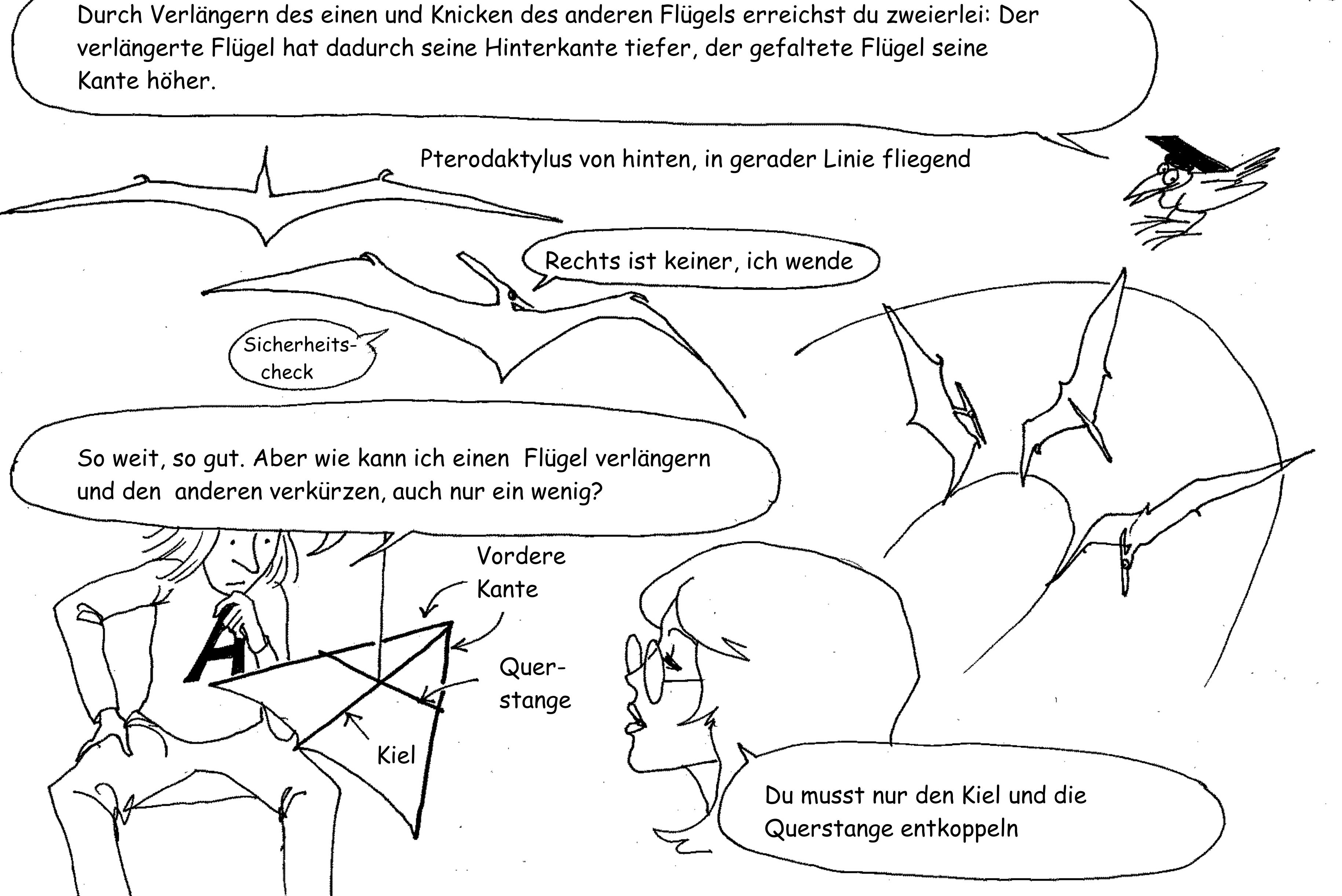
Aber deine Maschine hat immer noch ein großes Manko: Um eine Kurve zu fliegen, musst du dein Gewicht in die Kurve legen, und das startet einen starken RUTSCH NACH INNEN, die SINKRATE steigt auf 3,5 m/s.

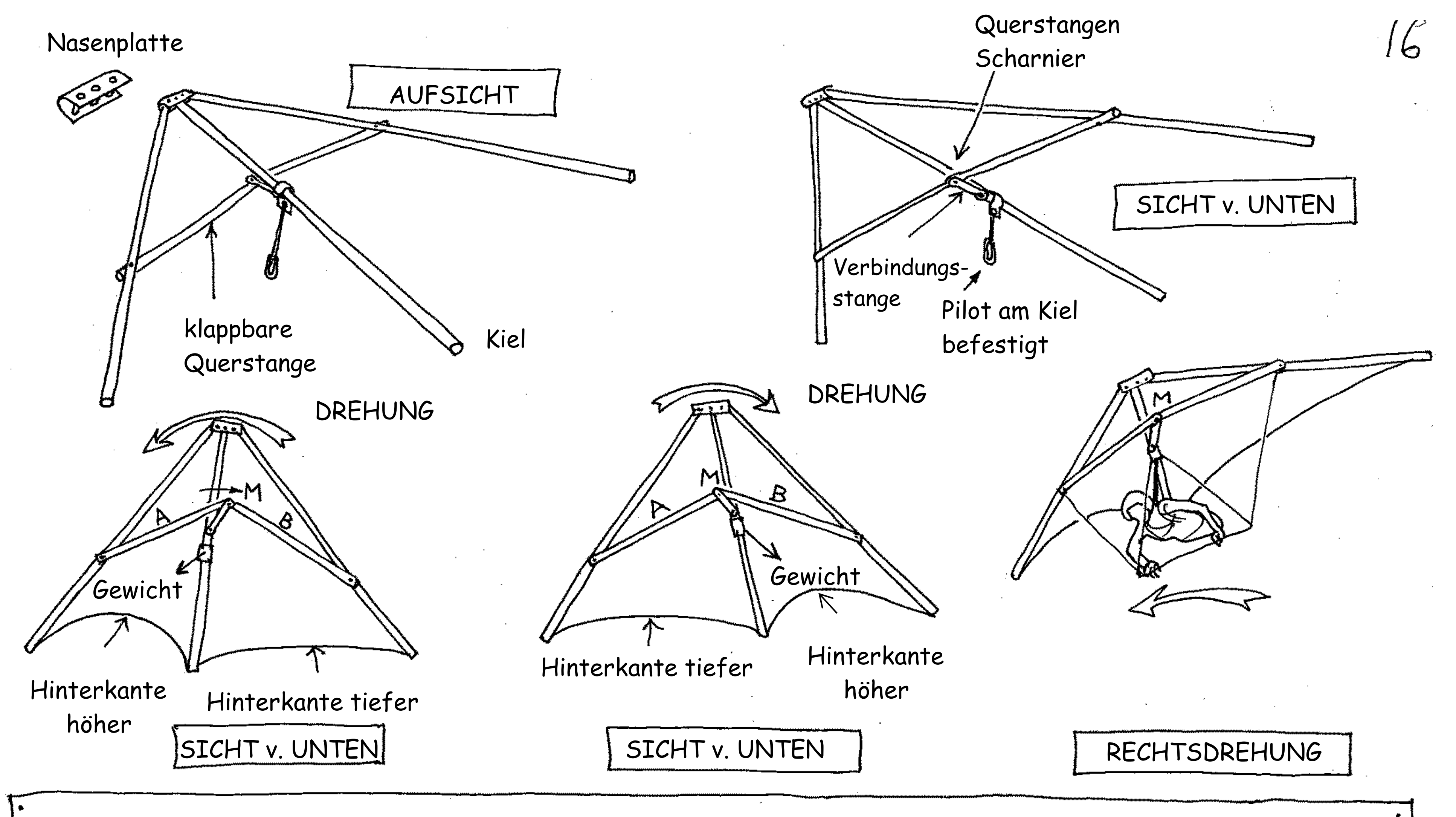
Kurve bei unveränderter Sinkrate von 2,5 m/s

Rutschende Kurve, Sinkrate 3,5 m/s

WIE FLIEGEN VÖGEL EINE KURVE?



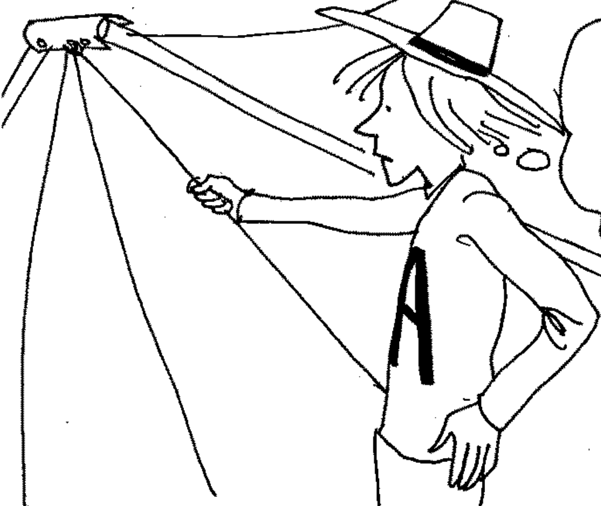

Durch Verlängern des einen und Knicken des anderen Flügels erreichst du zweierlei: Der verlängerte Flügel hat dadurch seine Hinterkante tiefer, der gefaltete Flügel seine Kante höher.
Pterodaktylus von hinten, in gerader Linie fliegend
Rechts ist keiner, ich wende
Sicherheits-check
So weit, so gut. Aber wie kann ich einen Flügel verlängern und den anderen verkürzen, auch nur ein wenig?
Vordere Kante
Quer-stange
Kiel
Du musst nur den Kiel und die Querstange entkoppeln



Dieses geniale Design (genannt „Schwebende Querstange, FLOATING CROSSBAR") ermöglicht es dem Piloten, durch Verlagerung seines Gewichtes, den Kiel an der Verbindungsstange M mit den gleichlangen Halbquerstangen A und B zu bewegen. Eine Bewegung um einige Zentimeter lässt dich enge Kurven fliegen.

Das Management

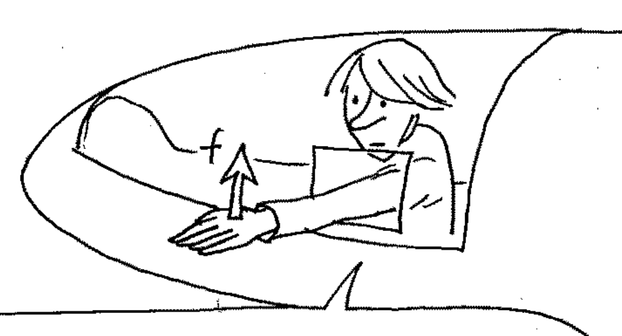

Um ein effizientes SEGELFLUGZEUG zu entwerfen, muss ich jede Energieverschwendung vermeiden. Zuallererst TURBULENZEN. Wenn mein Segelflugzeug jede Menge bewegter Luft hinter seinem Kiel lässt, ist das verschwendete Energie.
logisch


All diese Kabel sind Ursache signifikanten Widerstandes. Wegnehmen. Der Pilot: In den Aufbau. Glatte Wände, ohne Vorsprünge. Alles muss neu designed werden.


Nicht schlecht. Aber wie kann ich die Maschine nur fliegen?
Ich kann mich im Cockpit vor- und zurück bewegen um zu steigen oder sinken. An den Seiten sind Fenster, ich kann eine Hand herausstrecken um zu lenken. Aber das ist nicht sehr effizient, es erzeugt Turbulenzen, die ich auf jeden Fall vermeiden will.



Übrigens ....



Jetzt wird es interessant. Wenn ich meine Hand wie einen Flügel nach draußen halte und den ANSTELLWINKEL a ändere, so ändert sich auch die Kraft im selben Verhältnis wie der Winkel. Lasst uns ein horizontales Höhenleitwerk bauen, dessen Winkel ich selber verändern kann.

steigen

Achse

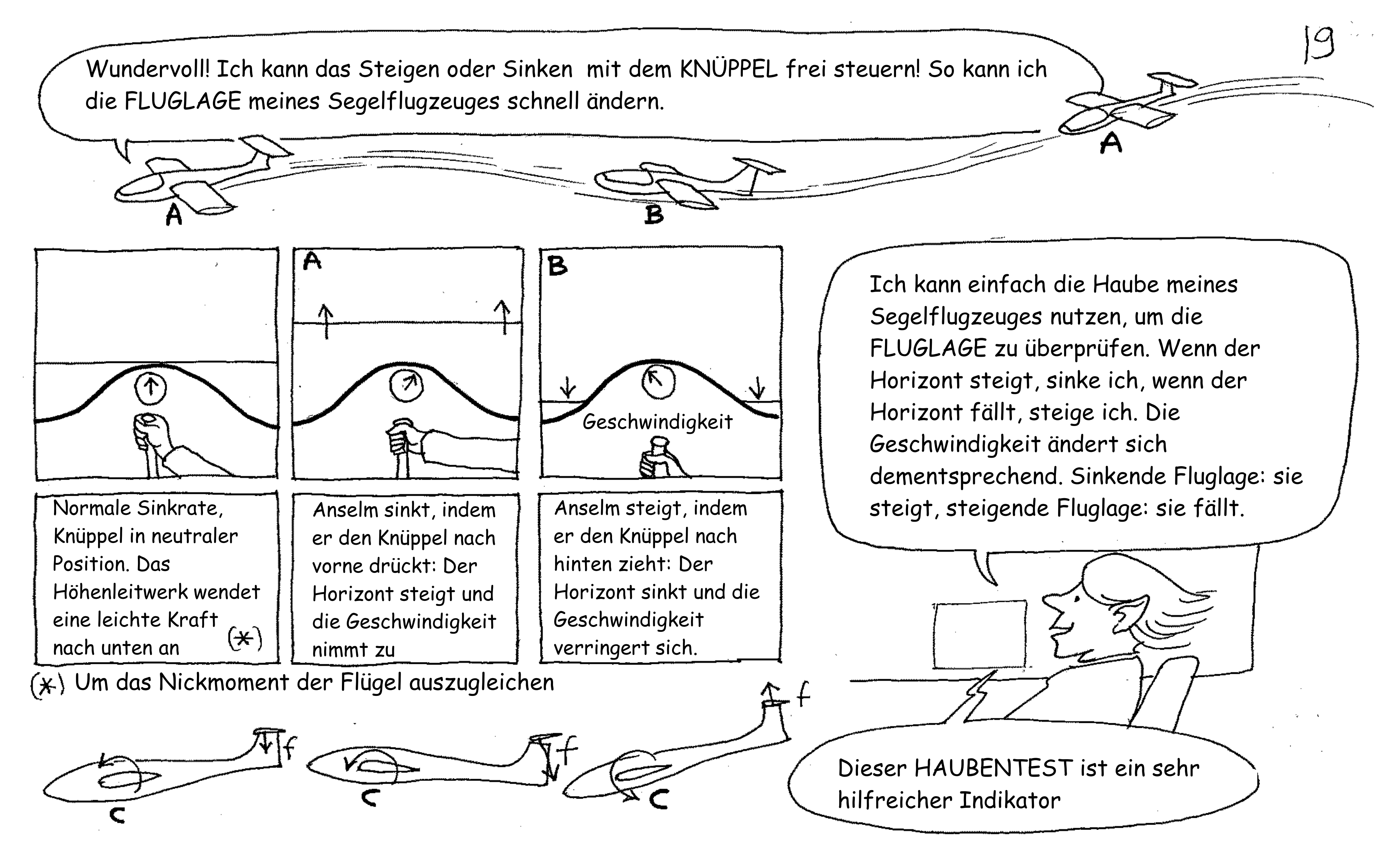
Anstellwinkel
a negativ

Dank dieser Stangen kann Anselm das horizontale Höhenleitwerk der Flugmaschine mit einem Joystick fernsteuern

fallen

Anstellwinkel
a positiv

Genial!



Je schneller ein Segelflugzeug wird, desto lauter und hörbarer wird das Reibungsgeräusch der Flügel. Bevor die Geschwindigkeitsinstrumente erfunden wurden, konnte man Segelflugpiloten anhand ihrer langen Ohren erkennen, die sich angepasst hatten.

LANDEKLAPPEN

OK, die Kontrolle der NEIGUNG funktioniert gut genug. Aber bei Kurven bin ich nicht mal nahe dran. In der Zwischenzeit schaue ich mir Vögel an und beobachte, wie sie fliegen,

Beim Landeanflug krümmen sie ihre Flügel, indem sie mit Muskeln an ihren Federn ziehen.

voila!

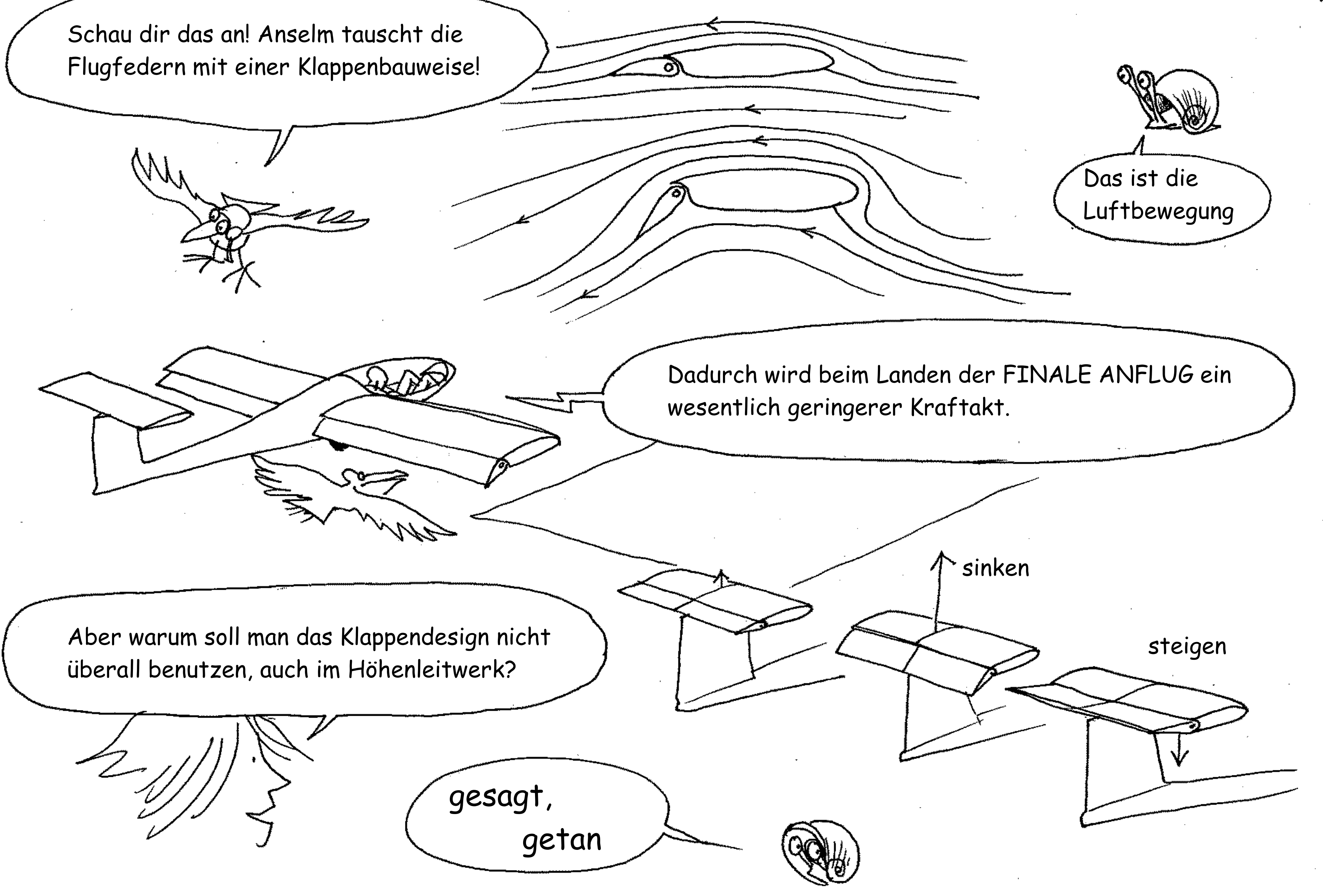
Indem ich die Krümmung meiner TRAGFLÄCHEN erhöhe, wird die aerodynamische Kraft der Flügel bei gleicher Geschwindigkeit V größer. Wenn ein Vogel die Flügel in der Art ändert, wird umgekehrt auch die LANDEGESCHWINDIGKEIT geringer.



Ich kann die Flügel nicht falten, aber ich kann den hinteren Teil mit einem Gelenk anbringen

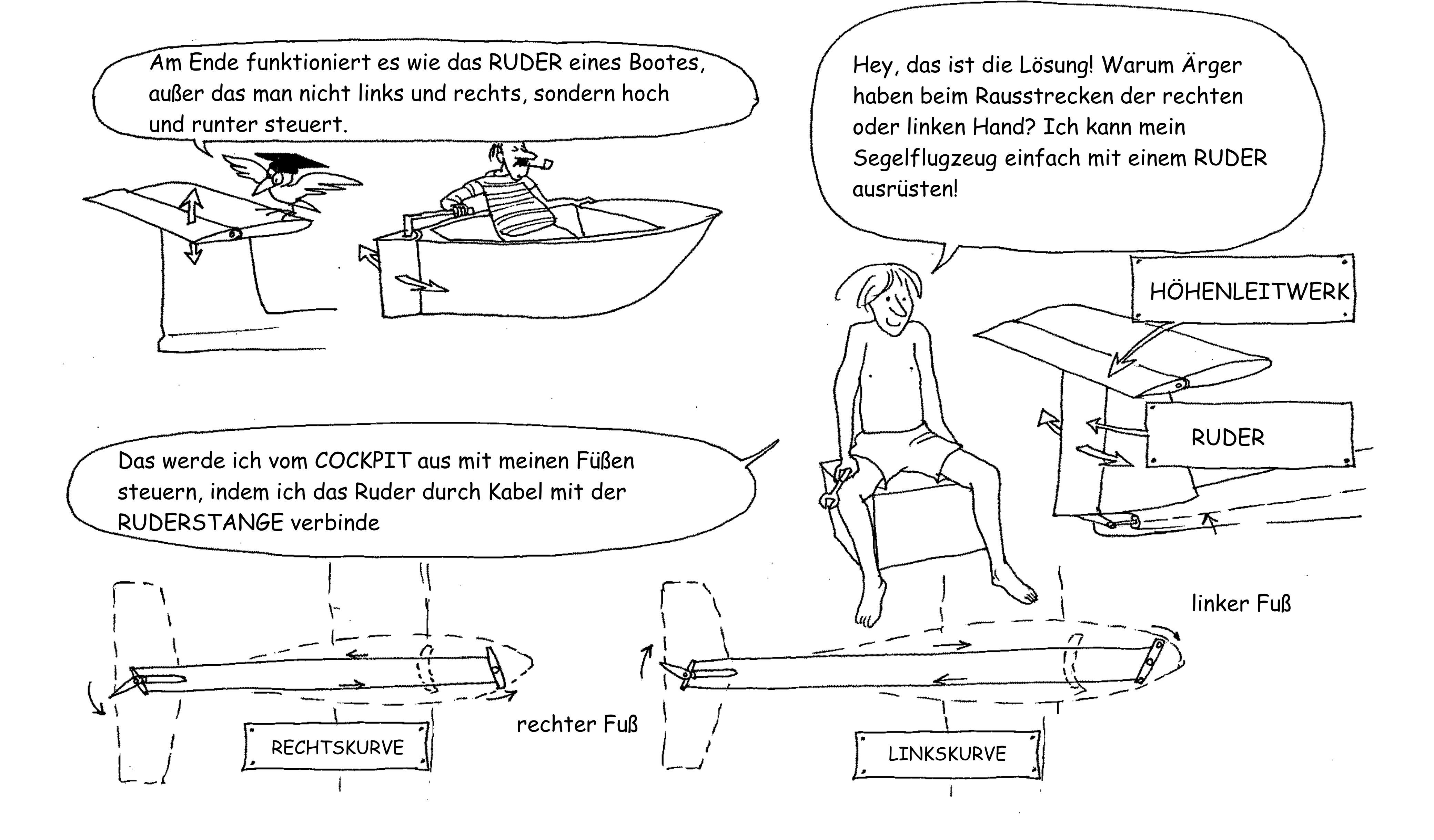


Flügel mit Gelenken?



Schau dir das an! Anselm tauscht die Flugfedern mit einer Klappenbauweise!
Das ist die Luftbewegung
Dadurch wird beim Landen der FINALE ANFLUG ein wesentlich geringerer Kraftakt.
sinken
steigen
Aber warum soll man das Klappendesign nicht überall benutzen, auch im Höhenleitwerk?
gesagt, getan

LENKEN



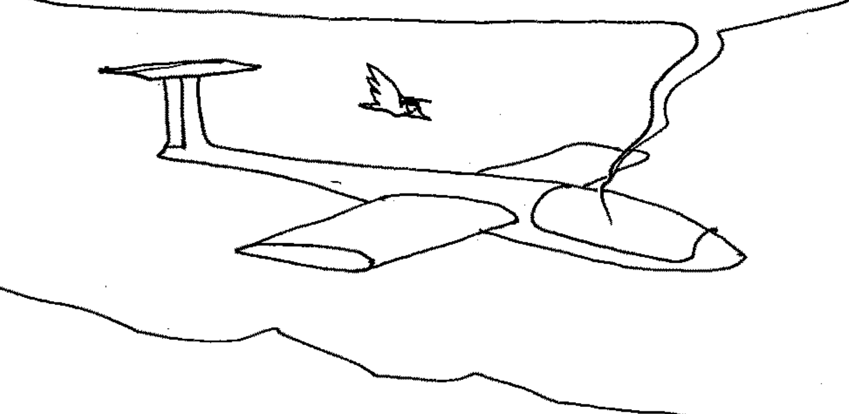
Am Ende funktioniert es wie das RUDER eines Bootes, außer das man nicht links und rechts, sondern hoch und runter steuert.
Hey, das ist die Lösung! Warum Ärger haben beim Rausstrecken der rechten oder linken Hand? Ich kann mein Segelflugzeug einfach mit einem RUDER ausrüsten!
HÖHENLEITWERK
RUDER
Das werde ich vom COCKPIT aus mit meinen Füßen steuern, indem ich das Ruder durch Kabel mit der RUDERSTANGE verbinde
linker Fuß
rechter Fuß
RECHTSKURVE
LINKSKURVE

Nun, wie geht es meinem großartigen Flieger?

Wundervoll, Sophie. Die FLUGMECHANIK kann nichts mehr vor mir verbergen. Man muss nur Ruder an den richtigen Stellen haben und kann hoch und runter, links und rechts fliegen.

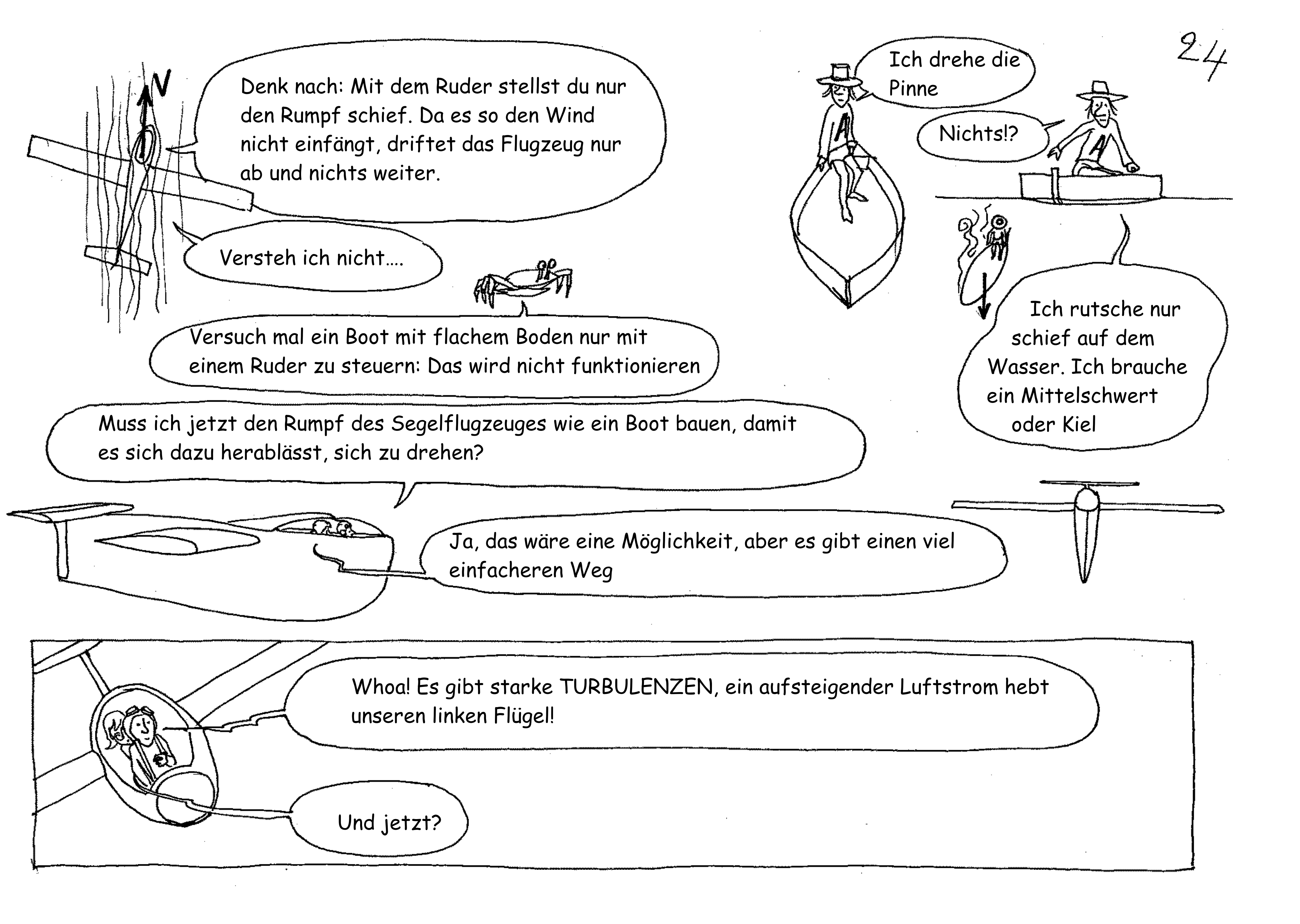
Ich habe sogar einen Zweisitzer gebaut. Wenn du willst, kannst du mitfliegen.

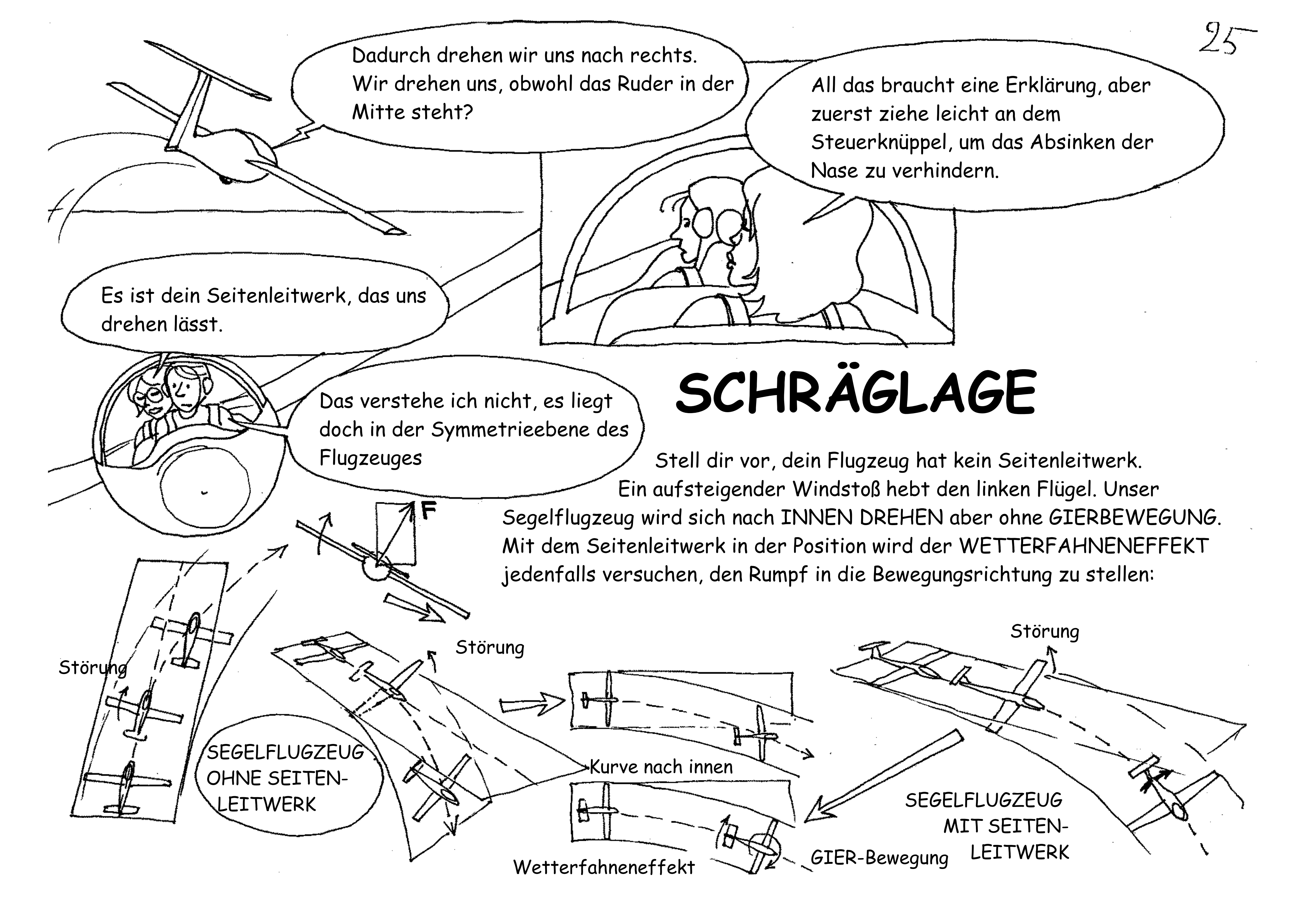
So. Wir heben hangabwärts ab. Mit diesem Steuerknüppel kann ich hoch und runter steuern oder gerade fliegen. Mit der Ruderstange ....



Mist! Ich habe meinen Fuß ganz durchgedrückt und es dreht sich nicht! Das Segelflugzeug driftet nur ab und nichts weiter!?!



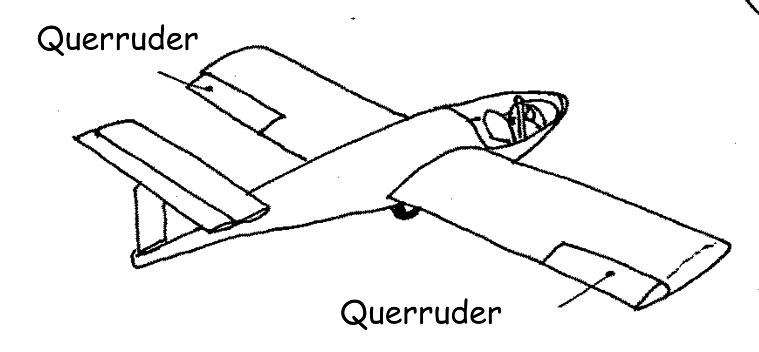

Denk nach: Mit dem Ruder stellst du nur den Rumpf schief. Da es so den Wind nicht einfängt, driftet das Flugzeug nur ab und nichts weiter.
N
Versteh ich nicht....
Ich drehe die Pinne
Nichts!?
Ich rutsche nur schief auf dem Wasser. Ich brauche ein Mittelschwert oder Kiel
Versuch mal ein Boot mit flachem Boden nur mit einem Ruder zu steuern: Das wird nicht funktionieren
Muss ich jetzt den Rumpf des Segelflugzeuges wie ein Boot bauen, damit es sich dazu herablässt, sich zu drehen?
Ja, das wäre eine Möglichkeit, aber es gibt einen viel einfacheren Weg
Whoa! Es gibt starke TURBULENZEN, ein aufsteigender Luftstrom hebt unseren linken Flügel!
Und jetzt?



25
Dadurch drehen wir uns nach rechts. Wir drehen uns, obwohl das Ruder in der Mitte steht?
All das braucht eine Erklärung, aber zuerst ziehe leicht an dem Steuerknüppel, um das Absinken der Nase zu verhindern.
Es ist dein Seitenleitwerk, das uns drehen lässt.
Das verstehe ich nicht, es liegt doch in der Symmetrieebene des Flugzeuges
SCHRÄGLAGE
Stell dir vor, dein Flugzeug hat kein Seitenleitwerk. Ein aufsteigender Windstoß hebt den linken Flügel. Unser Segelflugzeug wird sich nach INNEN DREHEN aber ohne GIERBEWEGUNG. Mit dem Seitenleitwerk in der Position wird der WETTERFAHNENEFFEKT jedenfalls versuchen, den Rumpf in die Bewegungsrichtung zu stellen:
F
Störung
Störung
Störung
SEGELFLUGZEUG OHNE SEITEN-LEITWERK
Kurve nach innen
Wetterfahneneffekt
GIER-Bewegung
SEGELFLUGZEUG MIT SEITEN-LEITWERK

QUERRUDER

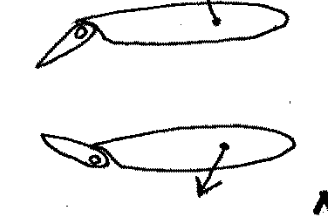
Es ist die SCHRÄGLAGE, die das Flugzeug dazu bringt, abzudrehen. Diese Schräglage kann ich auch erreichen durch die Änderung der Krümmung eines Flügels durch Flügelklappen: QUERRUDER, die ich separat einstellen kann



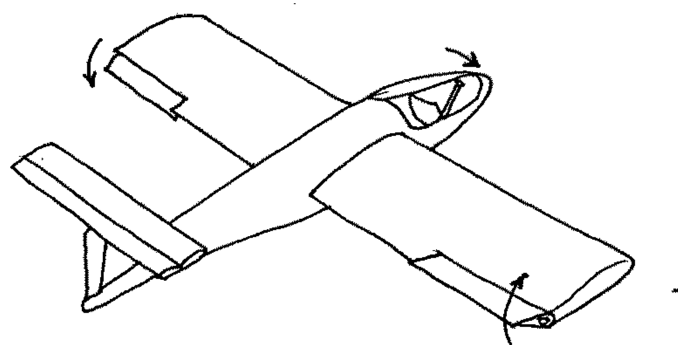
Auftrieb, Querruder neutral

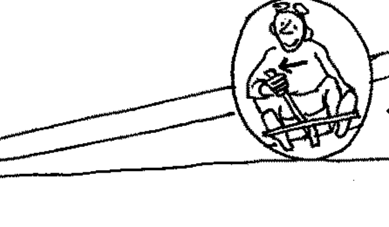
Erhöhter Auftrieb, Querruder nach unten abgewinkelt

Abtrieb, Querruder nach oben abgewinkelt





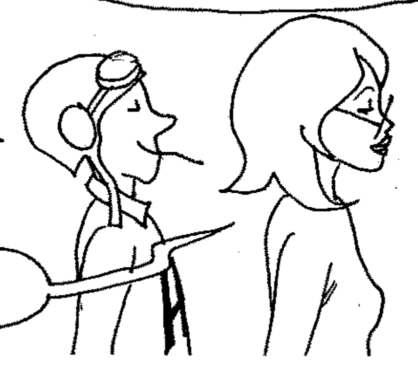




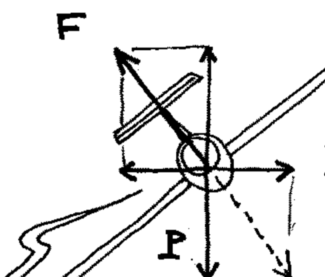
Ich habe einen Weg gefunden, die Querruder mit dem Steuerknüppel zu verändern, indem ich ihn links oder rechts antippe.

OK; ich kann mein Flugzeug in Schräglage bringen, indem ich die Querruder mit dem Knüppel verstelle. Dann, durch den Wetterfahneneffekt, wird mein Seitenruder die Kurve initiieren und ich werde ein bisschen am Steuerknüppel ziehen um meine Höhe zu halten und ein Absinken der Nase zu verhindern.

Du solltest auch ein bisschen deinen Fuß einsetzen, das hilft

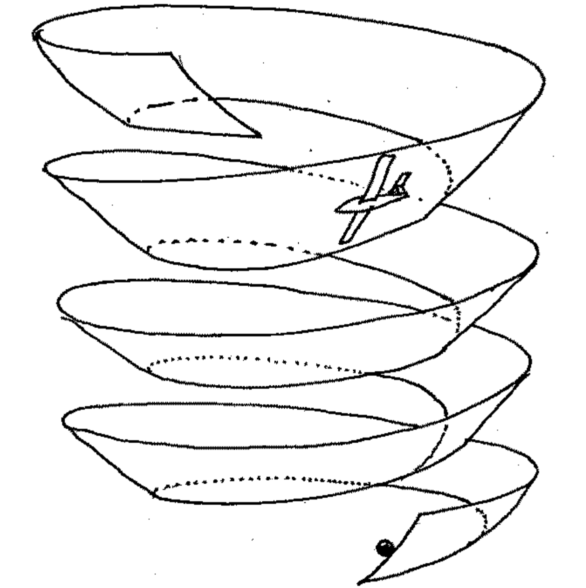






Zentrifugalkraft

Hier, einmal gestartet lenkt sich dein Segelflugzeug fast von alleine. Du brauchst die Steuerelemente nur noch, um deine Kurve zu koordinieren



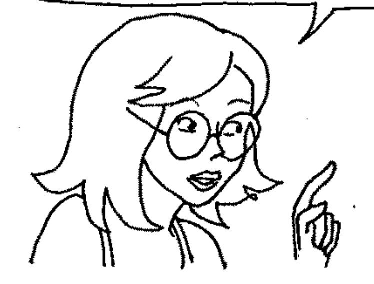


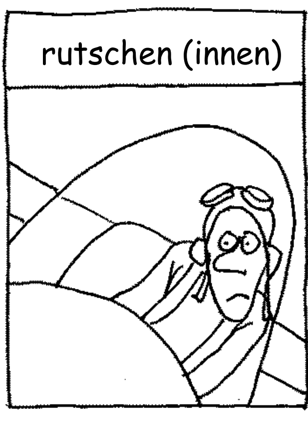
Wenn die Kurve gut koordiniert ist, sollte das Segelflugzeug gleiten wie ein Ball, der eine spiralförmige Rille hinabläuft, oder wie ein Schlitten auf dem Eis, ohne nach rechts und links zu schleudern.



Aber woher soll man wissen, ob es sich nun nach innen dreht oder nach außen rutscht, relativ zu etwas, was man nicht sieht, wie die Luft.

KONTROLLE DER KURVE







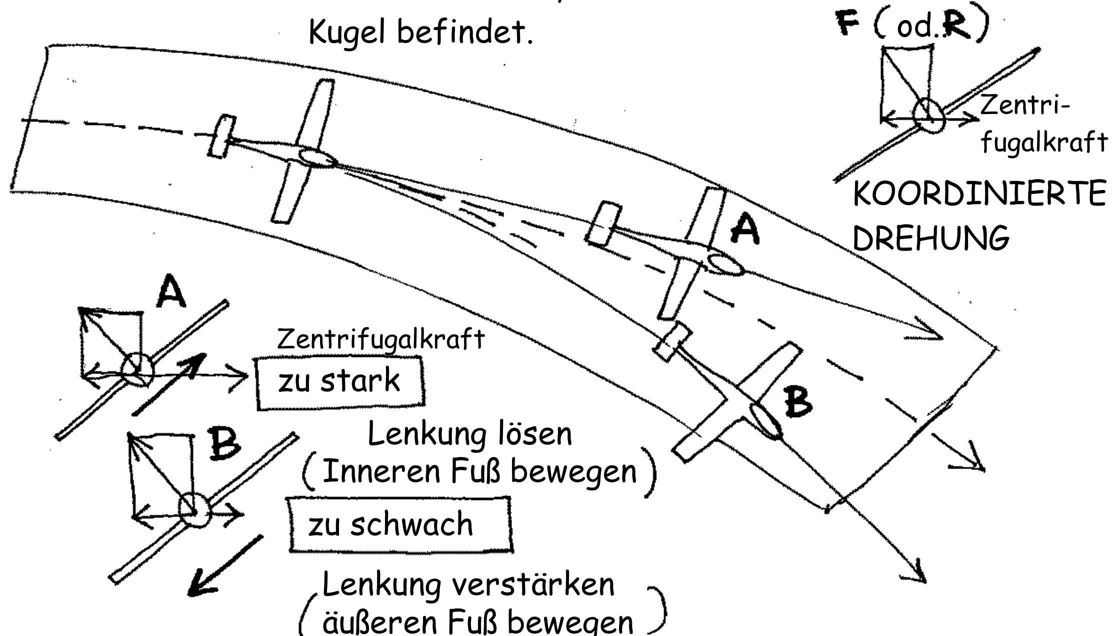


Erstes Instrument: DIE KUGEL

Es handelt sich um eine gekrümmte Glasröhre mit Öl, in dem sich eine Kugel befindet.

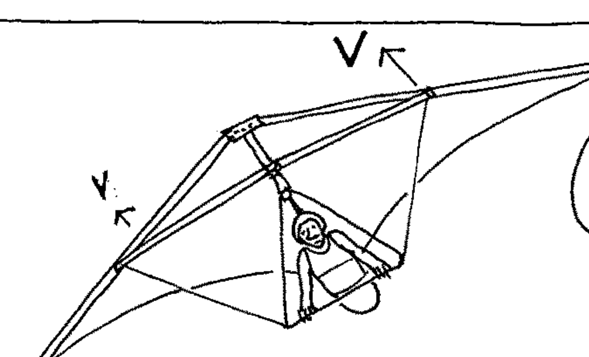


Die Kugel läuft in die Richtung, in der das DURCHRUTSCHEN auftritt



KLEINER EXKURS ÜBER DELTAFLÜGLER (siehe Seite 16)

Klappbare Quer-stange



Aber wie kontrolliert er seine Kurve? Mit einer .... Kugel?

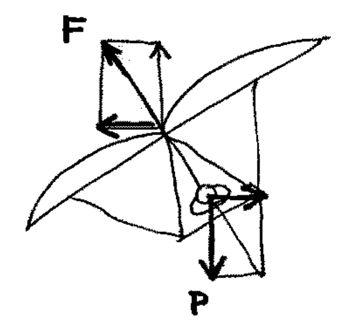


Der Hanggleiter Pilot verlagert sein Gewicht, um die Richtung zu ändern

Sobald der Hanggleiter abdreht, übernimmt die Schräglage die Arbeit. Die Kurve hält an, weil sich der äußere Flügel ein bisschen schneller bewegt



Der Pilot eines Hanggleiters braucht keine Kugel, ER IST SELBST DIE KUGEL! Die Kurve verstärkt sich, bis die Zentrifugalkraft den Körper des Piloten in die Symmetrieebene des Gleiters gedreht hat. Dort wird es durch die klappbare Querstrebe automatisch gehalten



Die Zentrifugalkraft gleicht die radiale Komponente der aerodynamischen Kraft aus

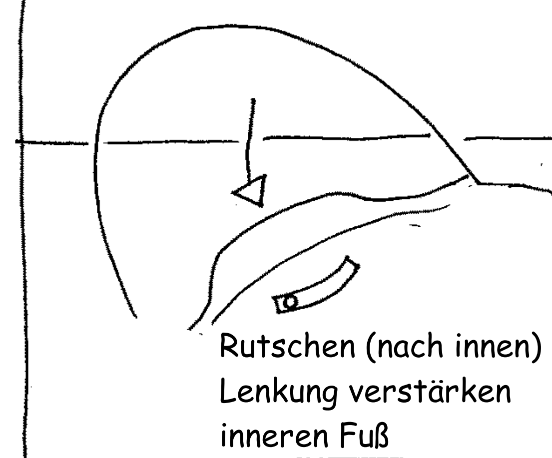
DER WOLLFADEN

Pass doch auf, Dummkopf!!

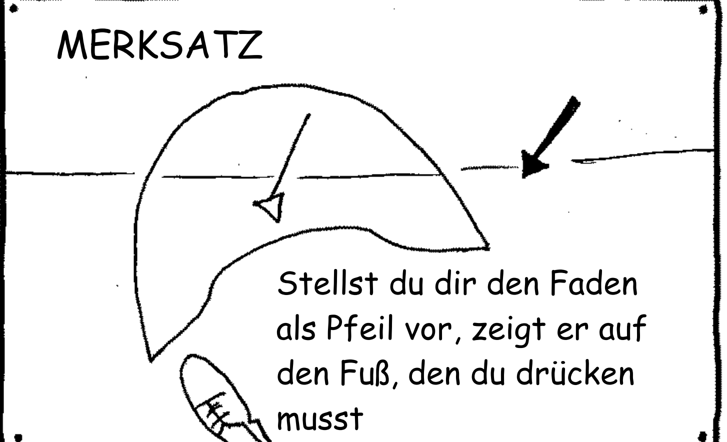
Die Kugel funktioniert gut, hat aber einen gravierenden Nachteil: Da dein Auge darauf klebt, schaust du nicht nach vorne !

Dieses Stück Bindfaden, auf deine Kanzel geklebt, erfüllt den selben Zweck

Wie funktioniert es?





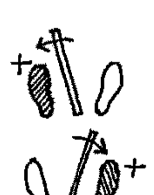


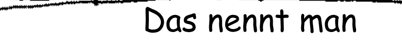
KOORDINATION DER STEUERELMENTE

Wenn du in die Kurve hinein- oder wieder herausfliegst, wenn du die Lenkung verstärkst oder abschwächst, musst du die Pedale und den Steuerknüppel gleichzeitig bedienen.



* Knüppel nach links, linker Fuß
* Knüppel nach rechts, rechter Fuß

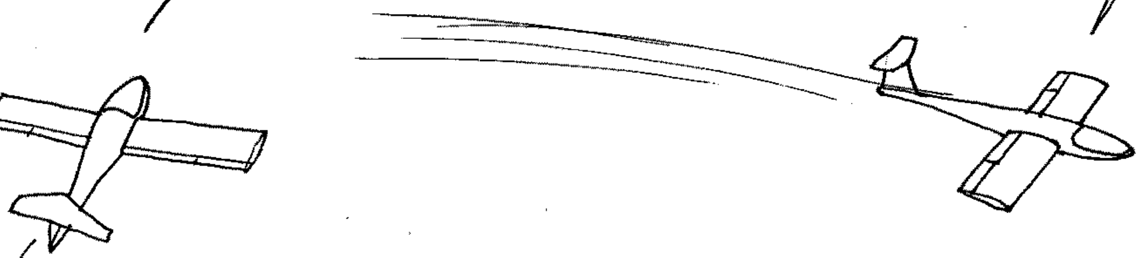




Das nennt man „Koordination der Steuerelemente“

Mit diesen Steuerelementen hat das Segelflugzeug Hand und Fuß

Ich drücke den Steuerknüppel um schneller zu werden



STRÖMUNGSABRISS





Lass es mich erklären. Das ist eine Zeichnung der Luftbewegung um deinen Flügel unter normalen Bedingungen

Mein Liebling, du hast gerade einen großartigen Strömungsabriss hingelegt

Ich habe WAS?

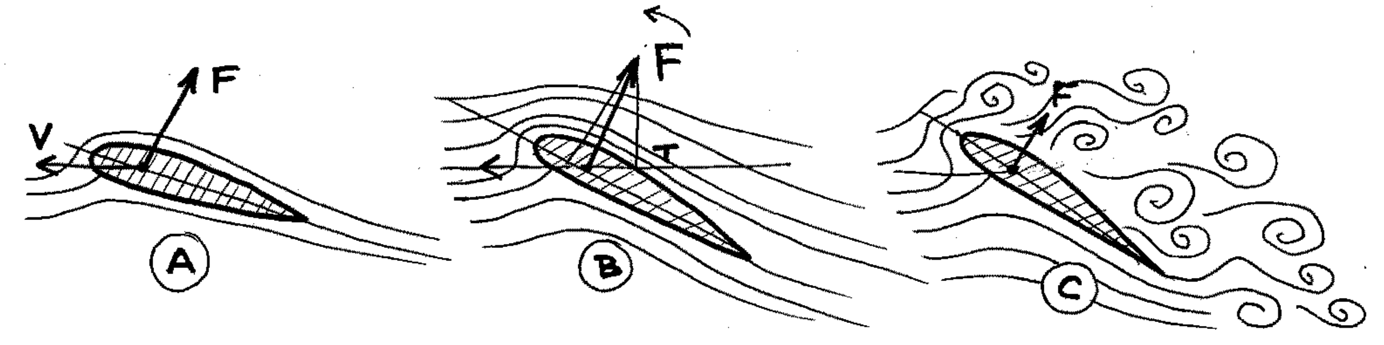
F(od.R)

V

α

Normal .... in wie fern?

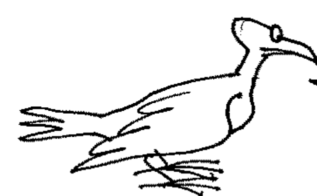
.... wenn der ANSTELLWINKEL a zwischen dem Flügel und der bewegten Luft bei der Geschwindigkeit V moderat bleibt, sagen wir zwischen 6 und 15 Grad

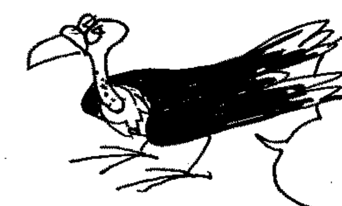


- Diagramm A: normale Flugposition
- Diagramm B: Flug mit hohem Anstellwinkel. Die aerodynamische Kraft wird stets auf die Richtung der Geschwindigkeit projiziert auf die Flugrichtung T, aber durch die Vorwärtsneigung der Kraft F wird sie <u>vorwärts</u> auf die Ebene des Flügels projiziert
- Diagramm C: Die Luft kann nicht länger an der Vorderkante des Flügels vorbeiströmen. Durch die Zentrifugalkraft wird der Luftstrom GETEILT. Der Auftrieb bricht zusammen, das Segelflugzeug „begrüßt" den Sturzflug

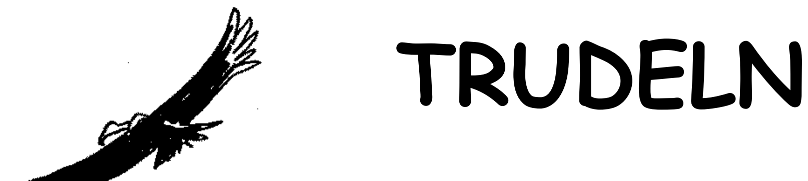
Nach einem STURZFLUG nimmt das Segelflugzeug selber wieder Geschwindigkeit auf. Der Luftstrom erreicht wieder die Tragflächen. Der Auftrieb kommt plötzlich zurück, da sich die Geschwindigkeit V erhöht. Wenn der Pilot das Gefühl hat, dass die Strömung abreisst, oder das Segelflugzeug zu langsam wird, kann er schneller zur normalen Konfiguration zurückkehren, in dem er die Nase herunternimmt, den Knüppel nach vorne drückt oder es einfach LAUFEN LÄSST

Das Management





TRUDELN



Ich drehte ruhig meine Kreise, hielt nach was nettem zu Fressen Ausschau, ein Kadaver oder irgendwas. Und dann plötzlich .... oh mein Gott

Du kamst ins Trudeln, weil der RELATIVE WIND seine Richtung geändert und den Angriffswinkel erhöht hat?

α

RELATIVER WIND

α

Yep. Und da der innere Flügel langsamer war, riss hier die Strömung ab. Und dann ging alles verquer. Ich drehte und drehte mich, oh weh!

Innerer Flügel: Stromabriss

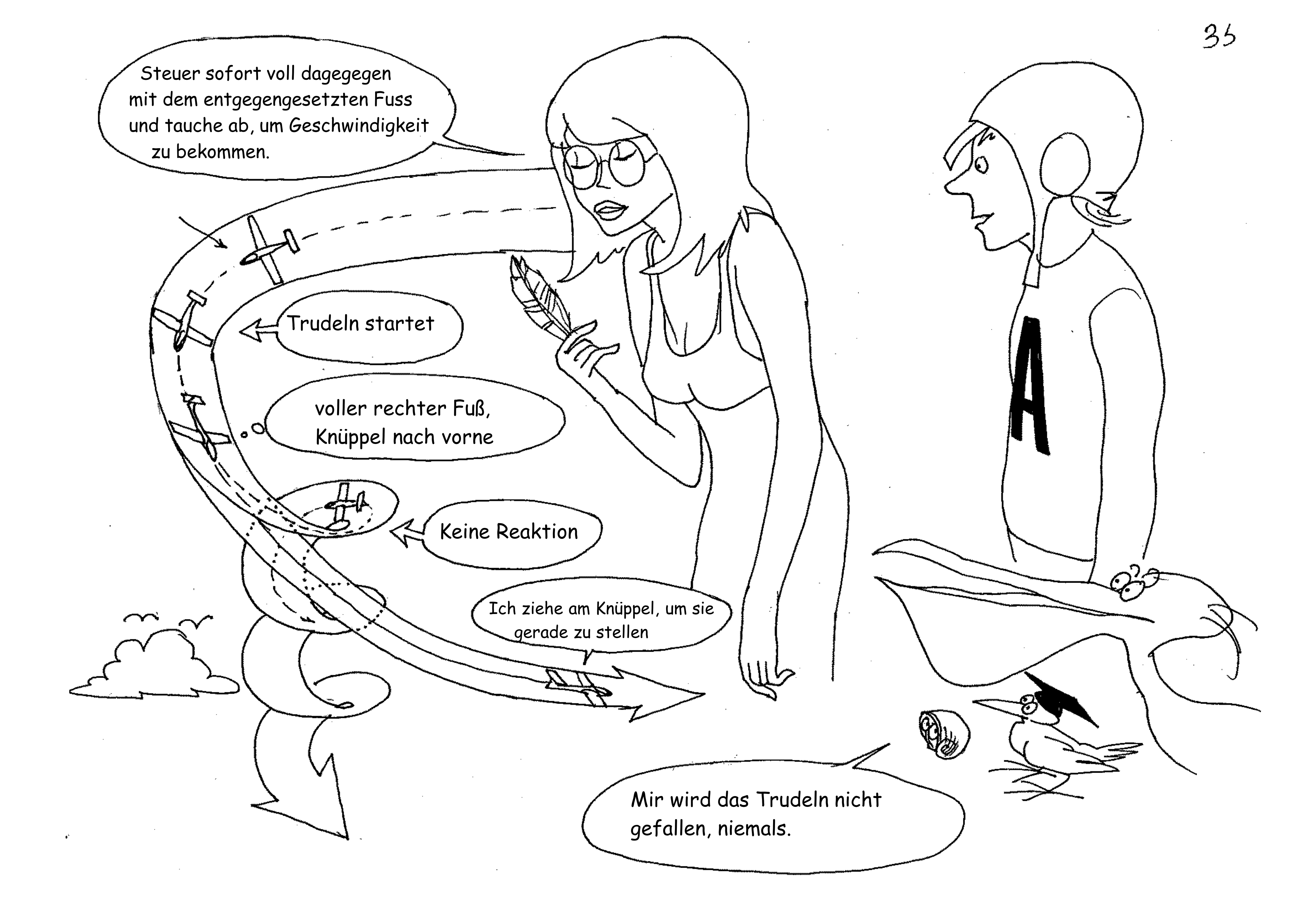
Am Knüppel ziehen? Zur Hölle, nein!

F

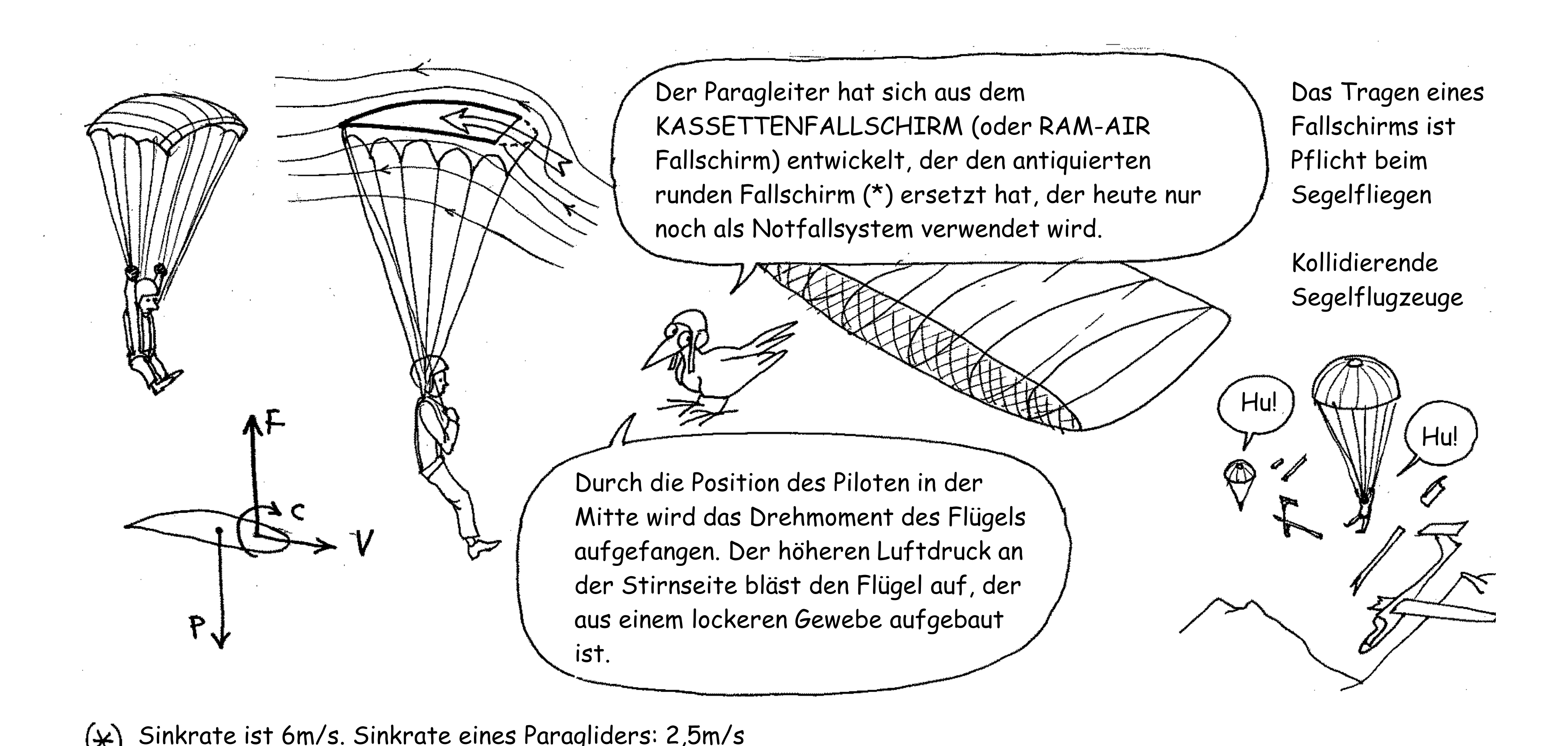
Der äußere Flügel hat einen großen Anstellwinkel. Die Kraft F zieht an dem Flügel und führt das Trudeln weiter.

Ich muss etwas tun, aber was?

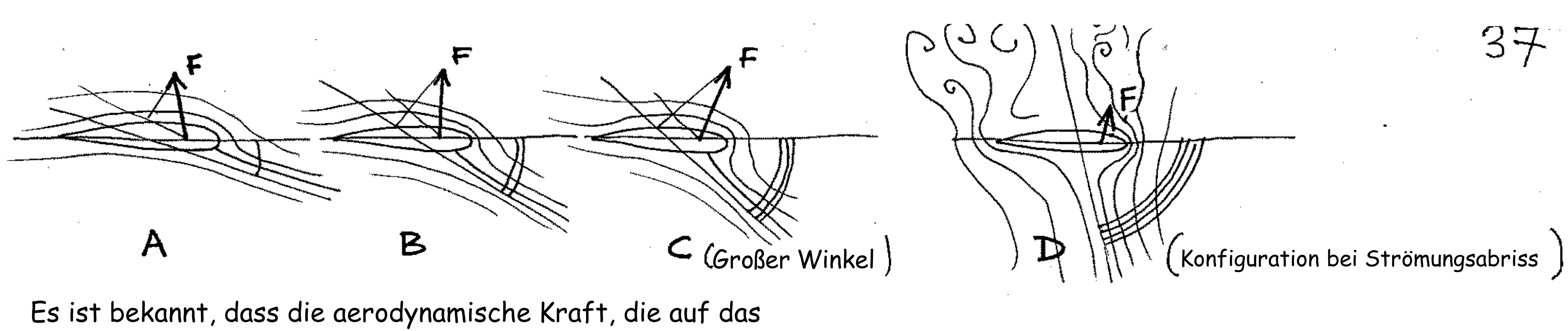
Jeder Runde kostet 100 Höhenmeter!


Steuer sofort voll dagegegen mit dem entgegengesetzten Fuss und tauche ab, um Geschwindigkeit zu bekommen.
Trudeln startet
voller rechter Fuß, Knüppel nach vorne
Keine Reaktion
Ich ziehe am Knüppel, um sie gerade zu stellen
A
Mir wird das Trudeln nicht gefallen, niemals.

PARAGLEITER: WENN DAS SEGEL ZUM LEICHENTUCH WERDEN KANN



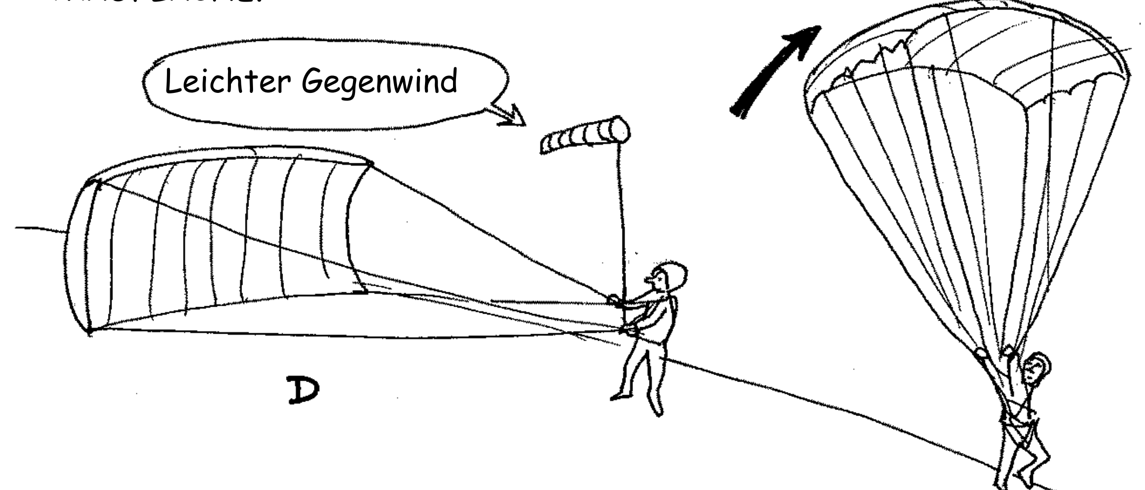
(*) Sinkrate ist 6m/s. Sinkrate eines Paragliders: 2,5m/s

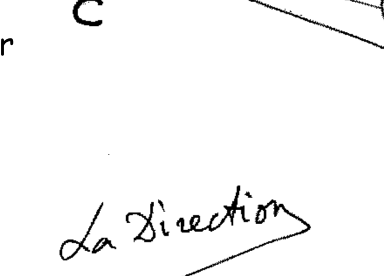


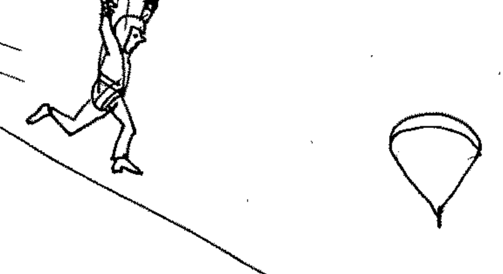
Es ist bekannt, dass die aerodynamische Kraft, die auf das aerodynamische Zentrum der Flügel bei 25% des Gleitschirmes wirkt, nach vorne kippt, wenn der Anstellwinkel (die Richtung des RELATIVEN WINDES) steigt. Der Luftstrom kann sich AUFTEILEN, die Kraft nimmt ab aber bleibt VORWÄRTS gerichtet RELATIV ZUR TRAGFLÄCHE.

Starten eines Paragleiters

Der Flügel schreitet von Konfiguration D zu Konfiguration A fort.

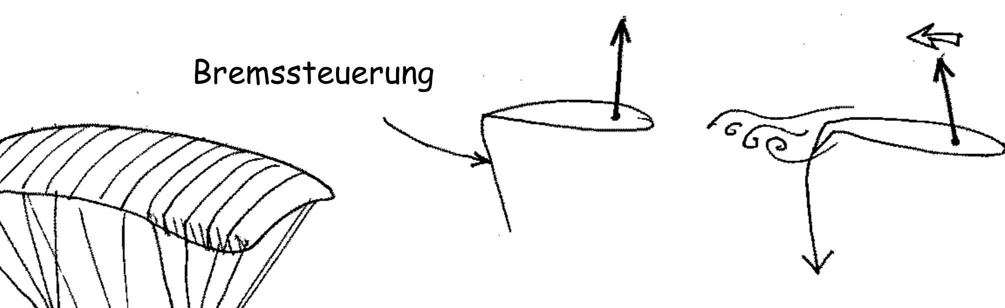


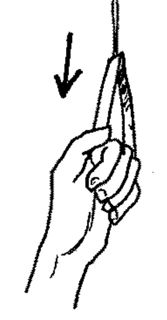




In Konfiguration D ist der Luftstrom AUFGETEILT, aber die aerodynamische Kraft zieht den Schirm über den Piloten, der den Prozess beobachtet und diesen mit Hilfe der Leinen kontrolliert. Wenn der Gleitschirm direkt über ihr ist, beginnt er zu laufen und hebt ab, wenn der Schirm in Konfiguration A ist.

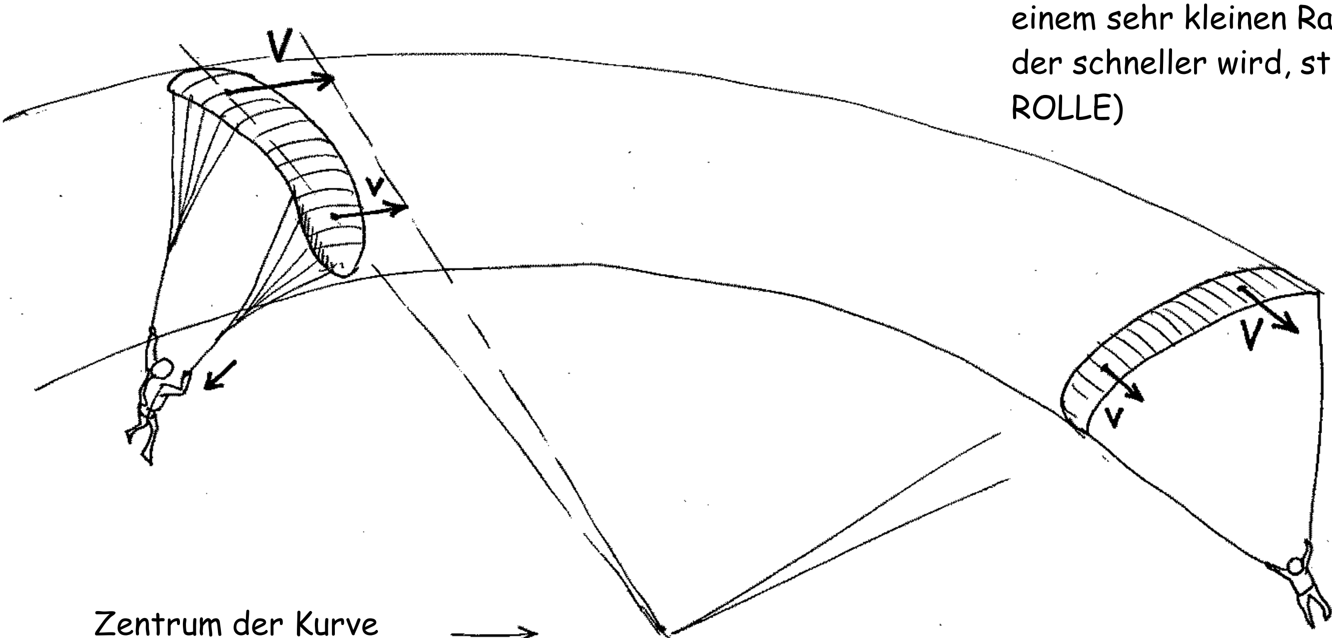
La Direction



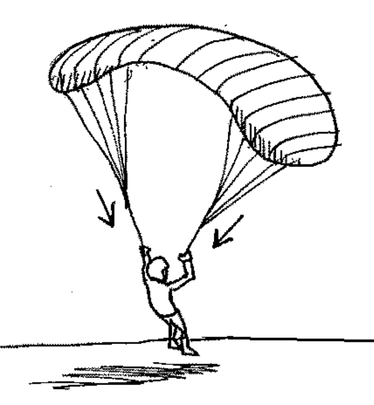


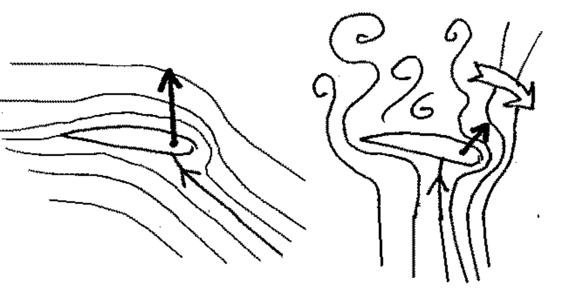
Der Pilot agiert durch ziehen der Kontrollleinen, BREMSEN genannt, die an den hinteren Kanten der rechten und linken Hälfte des Gleitschirms befestigt sind.

Hier zieht der Pilot an der rechten Bremse. Er erhöht den Zug auf die rechte Hälfte ihres Schirms. Das startet die sehr effiziente Kurve. Paragleiter fliegen sehr langsam und können leicht lenken mit einem sehr kleinen Radius. Die Außenseite des Flügels, der schneller wird, steigt höher (FÜHRT ZU EINER ROLLE)



Durch gleichzeitiges Ziehen beider Bremsen kann er den Gleitschirm abbremsen bis zum Strömungsabriss. Er wird diese Manöver bei der Landung durchführen, kurz bevor er den Boden berührt.



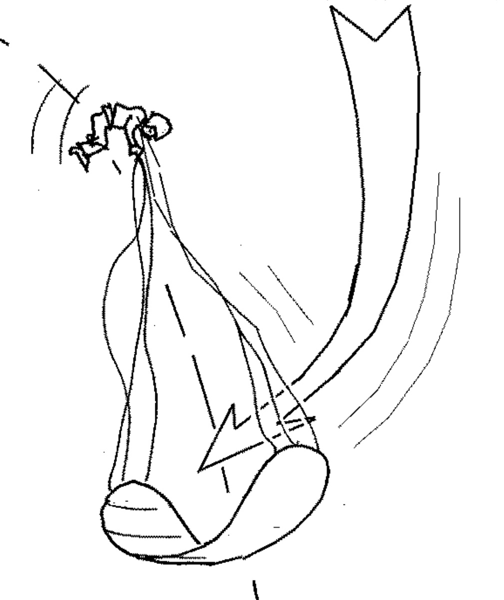




Aber in anderen Situationen ist dieses Manöver SEHR GEFÄHRLICH. Es kann auch durch starke BÖEN AUFSTEIGENDER WIND verursacht werden, die zu einem dynamischen STRÖMUNGSABRISS führen können.

In der Mitte des Tages kann es bei TURBULENTER LUFT zu einem dynamischen Strömungsabriss kommen





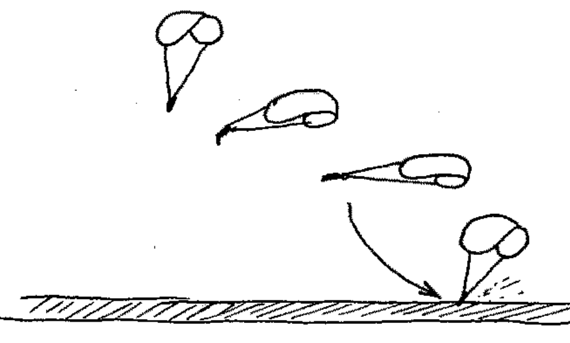
Die Neigung der aerodynamischen Kraft nach vorne entlang der Tragfläche drückt den Flügel (der fast keine Trägheit hat) sehr schnell nach vorne.

Wenn der Pilot dieser Bewegung (*) nicht entgegensteuert durch sofortiges Bremsen des Flügels, wird der Flügel unter ihm landen.

ER FÄLLT HINEIN
UND STIRBT
BEIM AUFPRALL

(*) Ein unerfahrener Anfänger wird jedoch wird tendenziell dazu neigen, …. alles laufen zu lassen!

Ereignet sich der Vorfall nahe des Bodens, und der Paragleiter Pilot ist glücklich genug, nicht in seinem Flügel zu landen, wird eine sehr gewaltige Kraft für einen sehr harten Kontakt mit dem Boden sorgen.



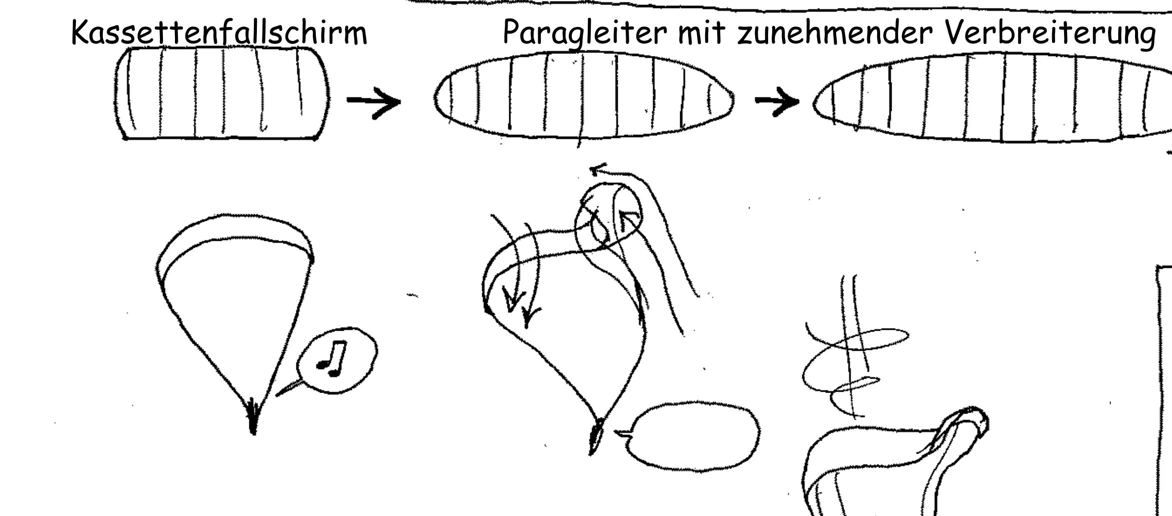
Knöchel und Knie kaputt, Wirbelsäule gebrochen



Im Luftsport gibt es einen Kompromiss zwischen PERFORMANZ und SICHERHEIT. Eine flache Tragfläche erlaubt höhere Geschwindigkeiten, die man braucht, um von einem Aufwind zum nächsten zu fliegen. Aber um so flacher die Tragfläche, desto schneller kommt es zum Strömungsabriss. Die Designer wollen weiter die GLEITZAHL (*) verbessern (mehr dazu später) durch eine VERBREITERUNG des Paragleiters, aber das macht ihn anfälliger für ein ZUSAMMENFALLEN des FLÜGELS in TURBULENZEN, was einen Höhenverlust von mindestens 50 Metern bedeutet, bis sich der Flügel wieder entfaltet hat.

Kassettenfallschirm

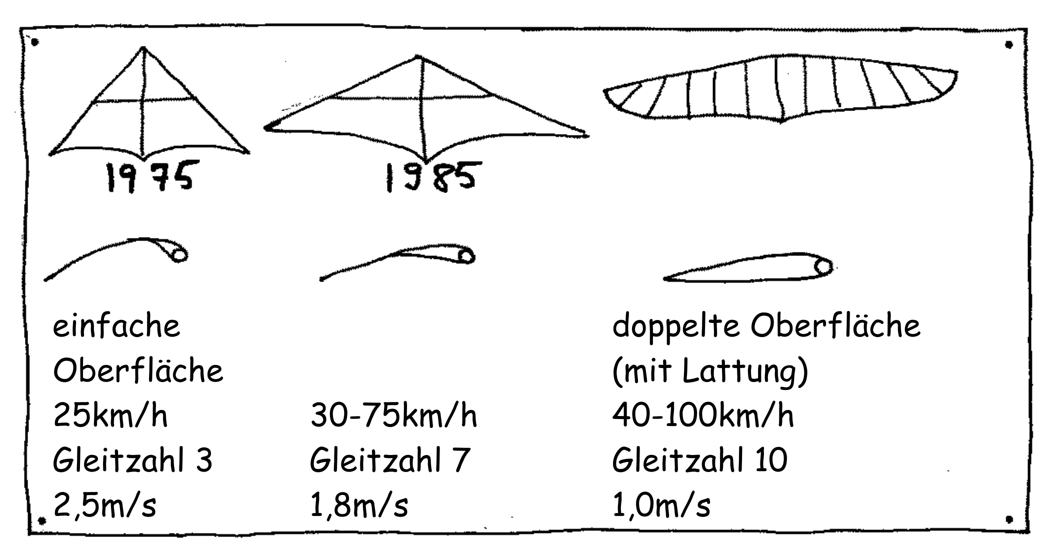
Paragleiter mit zunehmender Verbreiterung



Meine Gleitzahl? Uh...

(*) Von der Höhe h kannst du die Distanz $d = h \times g$ fliegen, wobei g die GLEITZAHL ist.

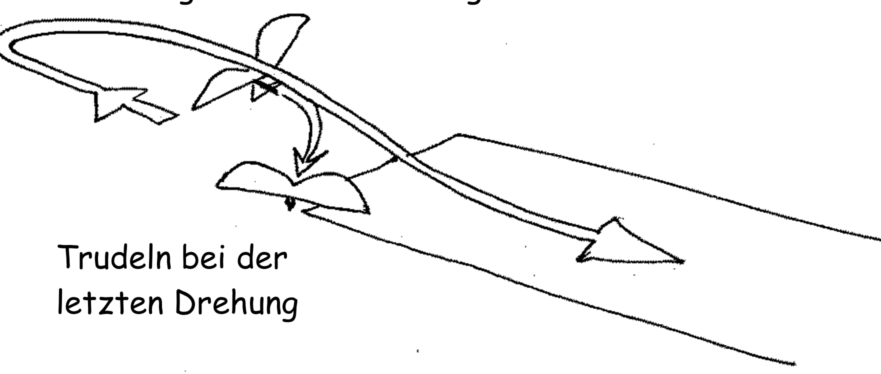
Dieses Geschwindigkeits-Rennen wirkte sich auch auf die Welt der Hang Gleiter aus



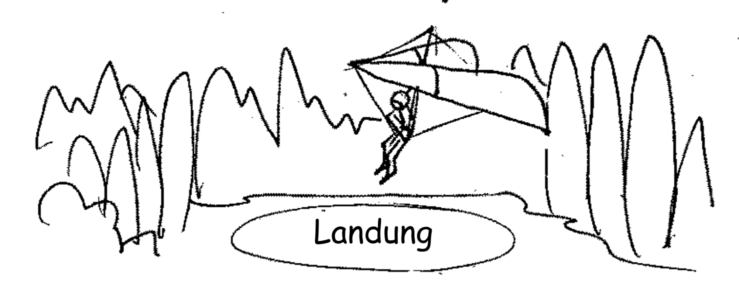
Es wird ein guter Kompromiss gebraucht zwischen Geschwindigkeit und Sicherheit. Bei den ersten Hanggleiter hätte es niemals einen einseitigen Strömungsabriss gegeben. Moderne Gleiter mit ihrem ungleichen Verhältnis zwischen Länge und Breite und ihrer bikonvexen Tragfläche hingegen benehmen sich wie klassische Flügel, und beim Strömungsabriss können sie deshalb auch anfangen zu trudeln.

Fallschirmartiges Fallen mit 6m/s

Drehung zum finalen Anflug



Trudeln bei der letzten Drehung



Wenn man herunterfiel, wirkten frühe Hanggleiter wie ein Fallschirm,

FLUGBEREICH

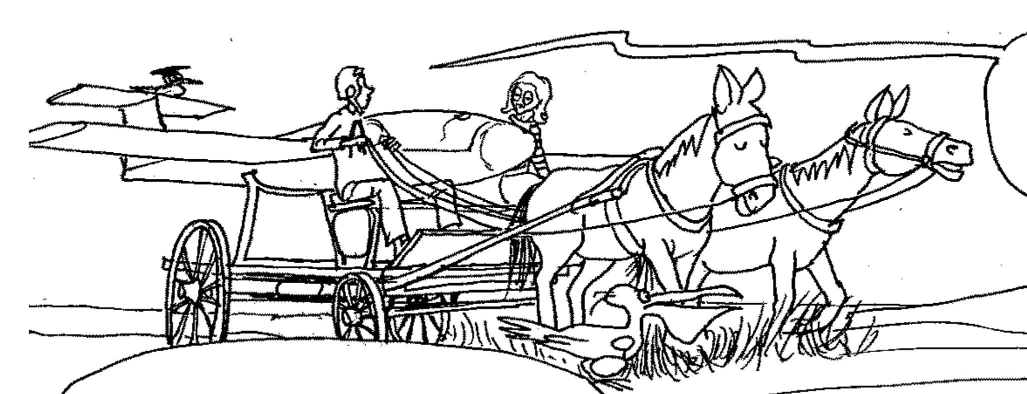
Es gibt drei Kategorien:
1 – atmosphärische Konditionen
2 – das Flugzeug
3 – der Pilot

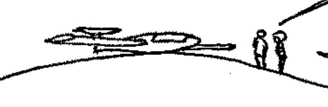
Es gibt atmosphärische Bedingungen, die das Fliegen einiger Flugzeuge verhindern.

Ich weiß nicht, wie es dir geht, aber ich ziehe es vor zu laufen

Paragleiten ist ein Freizeitsport. Risikolos bei gutem Wetter wie z.B. am frühen Morgen ohne Wind und turbulenten Böen. Bei turbulenten Winden hingegen, fliegt das Risiko immer mit.
Flugzeuge, die gleich aussehen, können sehr unterschiedliche Flugbereiche haben. Einige sind nachsichtig, andere weniger. Performanz-Rennen, die Krankheit unserer heutigen Zeit, begünstigen die Risikobereitschaft.

In der Welt des Fliegens gibt es einen Spruch:
ES GIBT ALTE PILOTEN UND ES GIBT VERWEGENE PILOTEN. ABER ES GIBT KEINE ALTEN VERWEGENEN PILOTEN.


Das ist wirklich gut. Auf diese Straße können wir das Segelflugzeug auf 500m über Grund bringen
Knüppel, Wollgarn, das ist alles Frauensache


So, jetzt sind wir oben. Aber in welche Richtung sollen wir abheben?
Gegen den Wind. So bekommen wir schneller Geschwindigkeit, da sich die Luft schon bewegt.


Windrichtung? Da kenne ich den Trick mit dem feuchten Finger

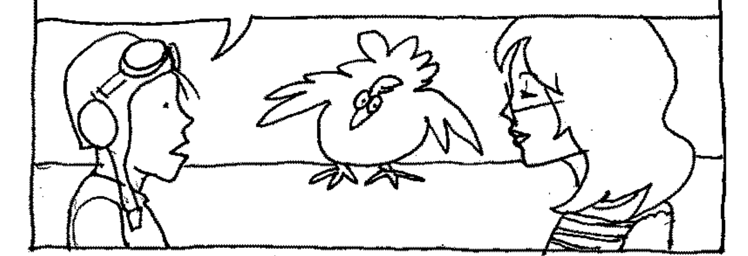

Wartet, ich habe eine Idee. In dieser Hitze würde ich mich besser mit kurzen Ärmeln fühlen. Los, geh mir einen Stock holen
Lenny, denkst du nicht, dass du etwas zu weit gehst?

WINDSÄCKE

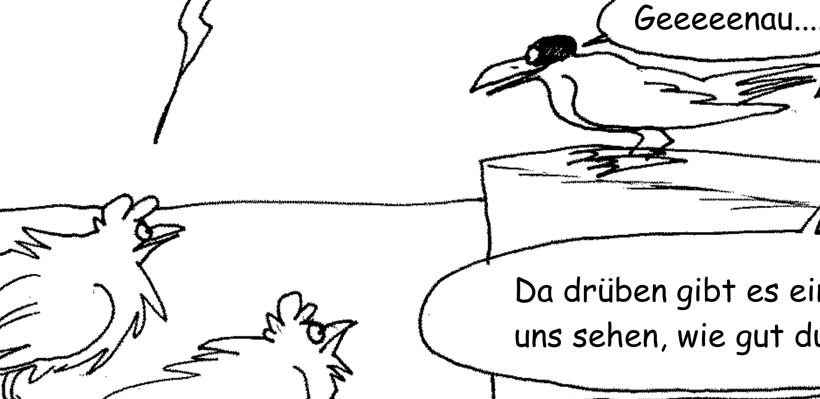
Siehst du, was hab ich gesagt?

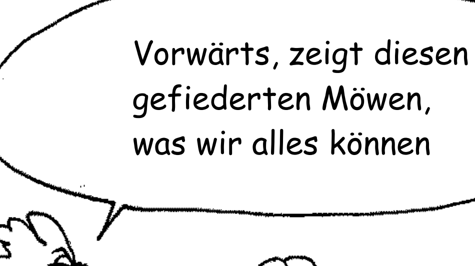
Komm her, von hier kann man gut sehen

Nicht alle Vögel sind nach demselben Plan gebaut. Einige fliegen ohne große Flügelbewegung. Und es gibt andere, zum Beispiel Hennen....



Nur, weil du große Flügel hast, heißt das nicht, du kannst es uns zeigen. Wenn wir Platz unter uns hätten, würden wir genauso gut fliegen können.

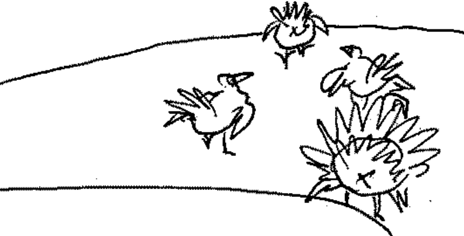






Ah! Wäre ich nur 10 Jahre jünger

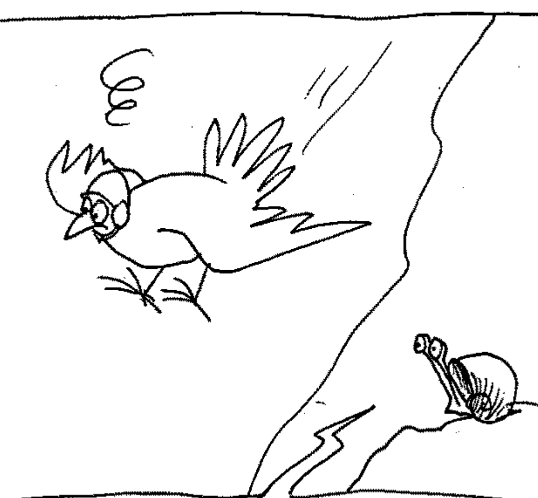
Die Ehre des Geflügels steht auf dem Spiel!



Hennen schätzen Entfernungen durch binokulares Sehen ab



genau wie Schlangen



Sobald sie sich vom HANG wegbewegt, kann sie keine Entfernungen mehr wahrnehmen



Heilige Pinguinscheiße! Wo geht es hoch, wo runter? Ich erkenne nichts mehr ...

Wenn sie weg vom Boden ist, verliert sie alle ihre Landmarken, so wie ein Pilot verloren ist in Wolken oder Nebel. Es ist als ob sie .... blind wäre.



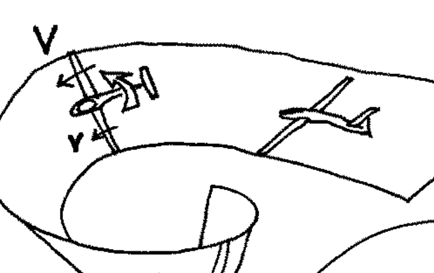




STEILKURVE

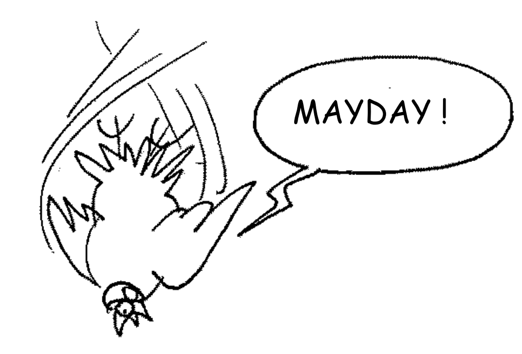
Ich versteh das nicht.....
Mein Wollgarn ist in der Mitte,
meine Kugel zentriert, meine
Hebel stehen auf neutral (...)
und doch beschleunige ich

In einer Wolke kann Anselm nicht mehr sehen, dass
er nicht mehr geradeaus fliegt. In Wirklichkeit, ohne
KÜNSTLICHEN HORIZONT, hat er keine Möglichkeit,
den Anstellwinkel oder seine Höhe zu bestimmen. Er kann
dann in einer gefährliche Position gelangen: in die
Schräglage einer Steilkurve.

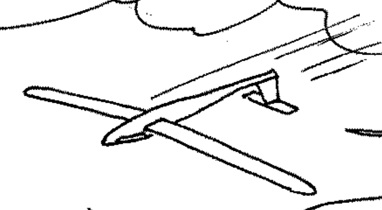


der äußere Flügel, der eine höhere
Geschwindigkeit relativ zur Luft hat,
INDUZIERT eine ROLLE.

Lässt man eine Henne 200m über Grund
fallen, kann sie ihre visuellen Eindrücke
nicht zu einer 3-dimensionalen mentalen
Karte der Welt um sie herum verarbeiten.
Sie gelangt in eine Schräglage und kann
nicht mehr heraus (*)

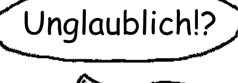


(*) Authentisch !



Was? Warum fliege ich
auf dem Kopf?

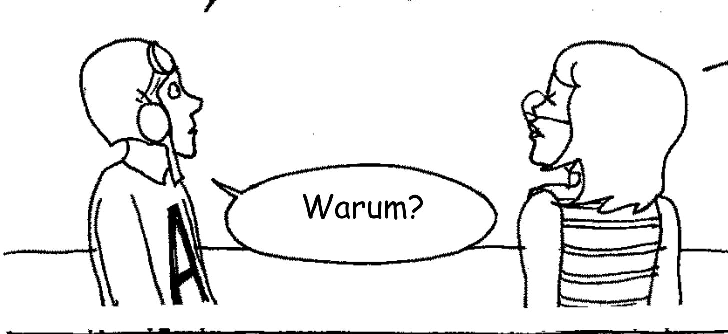
Unglaublich!?



Flieg einfach zwei Minuten
mit geschlossenen Augen und
du wirst schon sehen

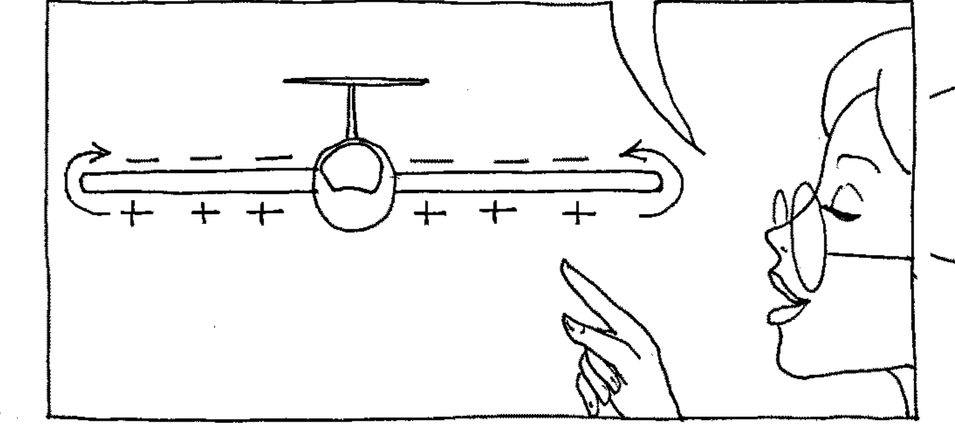
Vögel, die fliegen ohne müde zu werden, haben alle lange Flügel: Raptoren, Albatrosse

Du bist von einem Hanggleiter in ein Segelflugzeug mit Cockpit umgestiegen, hast alle Oberflächen so glatt wie möglich gemacht um keine Energie durch die Turbulenzen zu verschwenden, die dein Flugzeug auf seinem Weg generiert. Aber du hast etwas vergessen



Welche denn?

So wie deine Flügel arbeiten, hast du einen höheren Druck unten, an der unteren Fläche und einen niedrigere Druck oben, an der oberen Fläche. Dann passiert das Folgende:



WIRBEL an den FLÜGELSPITZEN sind ein Grund für den ENERGIEVERLUST

Da die Spitzen der Grund für den Energieverlust sind, musst du sie nur entfernen, und einen endlosen Flügel bauen

Teresia, hör auf, Unsinn zu erzählen. Es gibt keine solche Dinge wie endlose Flügel!!!



Doch, die gibt es. Und der Zauberer Merlin beschreibt sie im Buch CINDERELLA 2000 auf den Seiten 33 und 34 (*). Diese Flügel sind auch sehr gute Gleiter (**)

Eine andere Möglichkeit ist, die Flügel soweit zu verlängern wie möglich, um den Verlust an den Flügelspitzen auf fast nichts zu reduzieren

Und warum stehen die Flügelspitzen nach oben?!



(*) Lies dort nach

(**) Wenn sie korrekt zentriert sind

WINGLETS

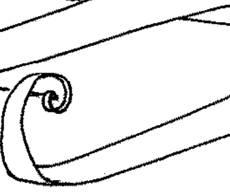
Skizze

Die durch die WINGLETS generierte Geschwindigkeit hält die Luft davon ab, um den Flügel zu fließen

In a nutshell, oder kurz gesagt: WINGLETS sind Mini-Flügel orthogonal zu den Hauptflügeln, ihre Tragfläche INDUZIEREN eine (geringe) GESCHWINDIGKEIT, die verhindert, dass Luft um den Flügel aufgrund der Druckunterschiede zwischen unterer und oberer Fläche fließen kann.
Winglets schaffen ihre eigenen Verwirbelungen an der Flügelspitze, aber der Vorteil ist so offensichtlich, dass diese Idee, die vielleicht schon vor einem Jahrhundert entstand, nun immer mehr Einfluss in der gesamten Luftfahrt gewinnt



Nun, ICH habe die (WINGLET)^2 erfunden



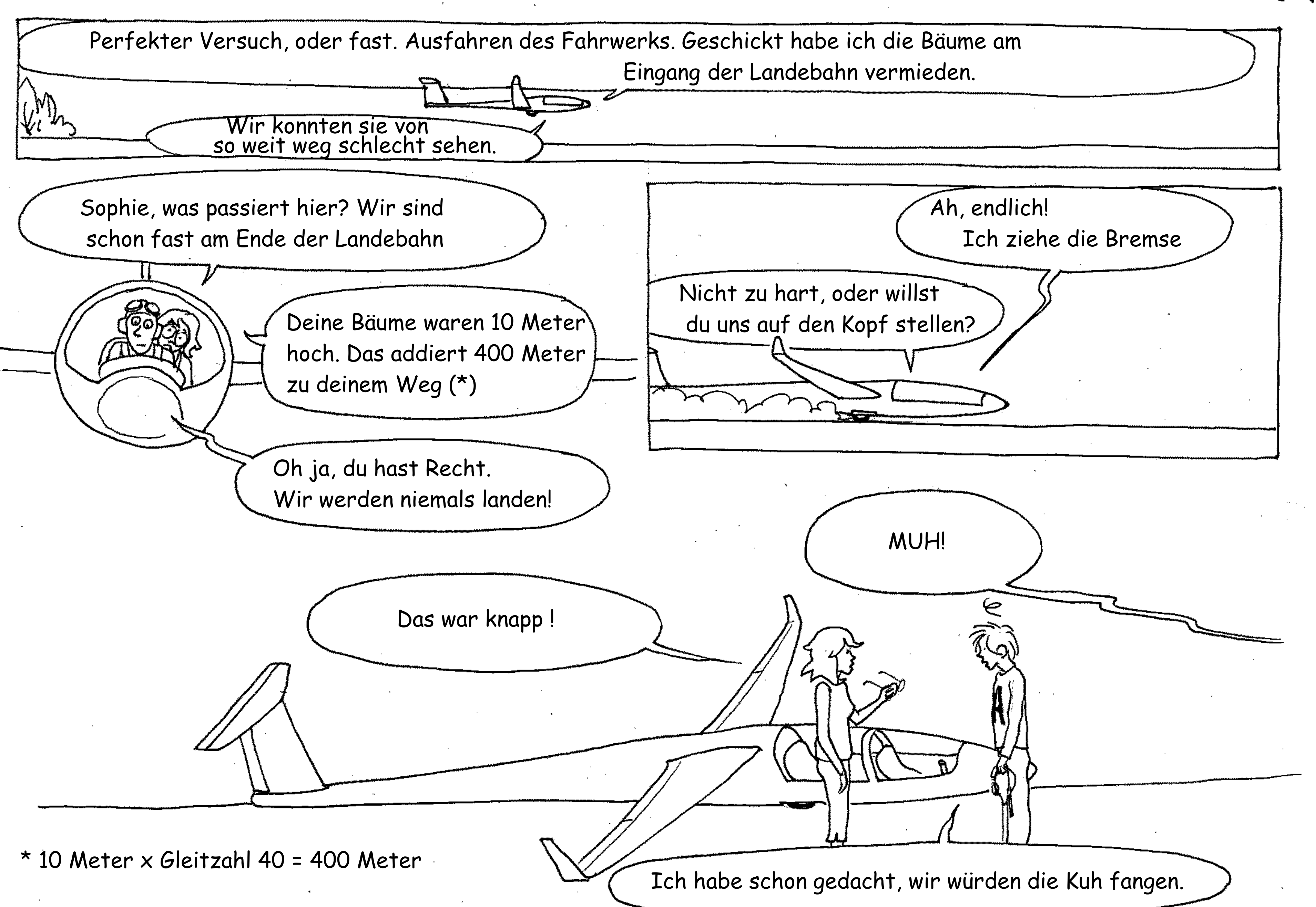
Basierend auf Tests, die ich durchgeführt habe, lässt uns dieses neue Segelflugzeug mit 500 Höhenmetern das Feld erreichen, das du in der Ferne nahe dem Horizont siehst, das sind 20 Kilometer (*)

Lass uns beginnen! Wollfaden gerade in der Mitte, optimale Geschwindigkeit um die BESTE GLEITZAHL zu erreichen

Was für ein sanfter Gleitflug bei 95km/h

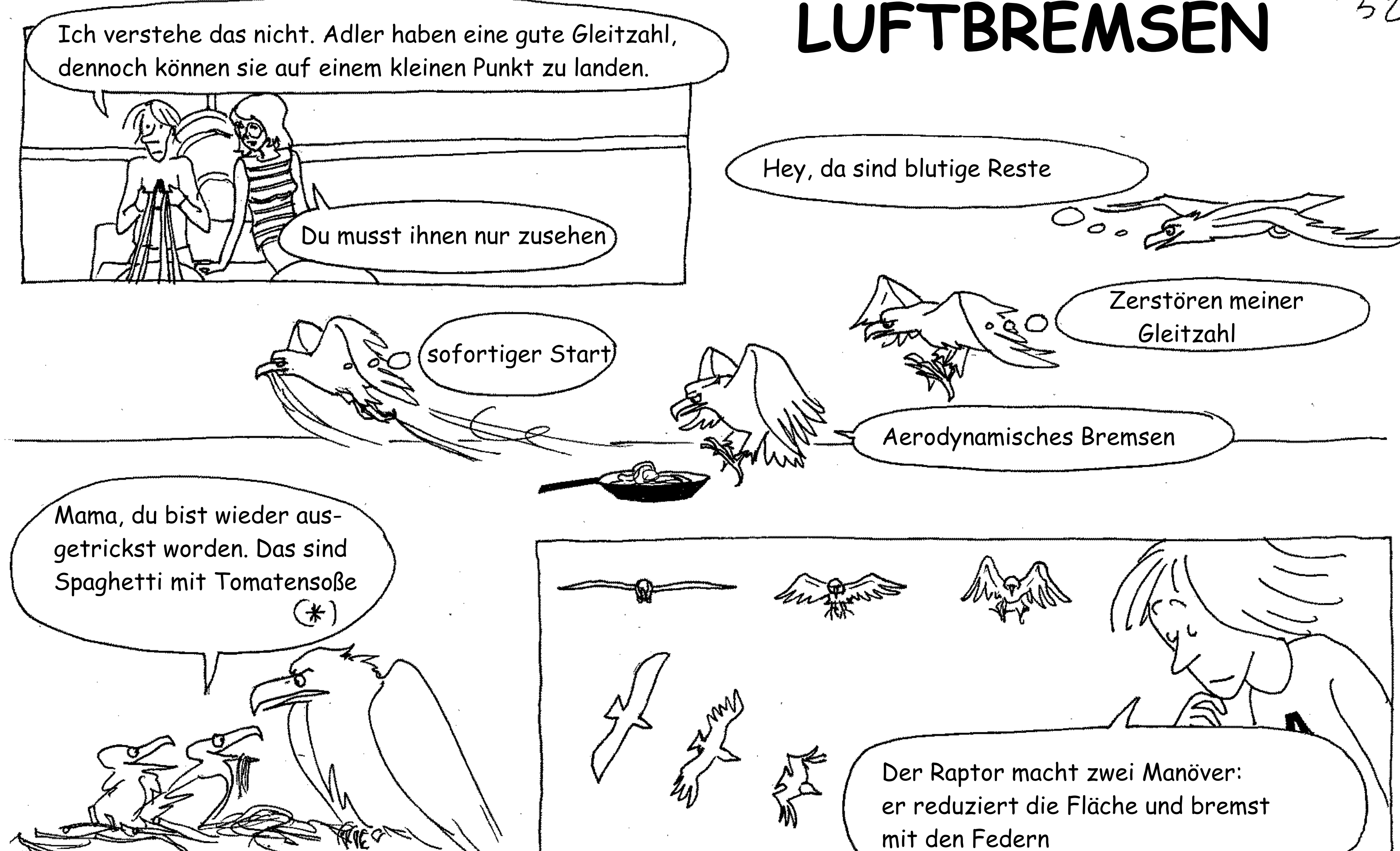
Ich habe alles optimiert: die Tragfläche sind dünn und glatt, um die Luft leichter zu durchschneiden. Ich habe sogar ein einziehbares Rad zum Landen angebaut. Dieses Mal habe ich an ALLES gedacht. Ich habe nichts dem Zufall überlassen

(*) was sich in einer GLEITZAHL von d/h=40 übersetzt. Aber Segelflugzeuge haben eine besser Gleitzahl als 60 (Anflugwinkel = 1 Grad)

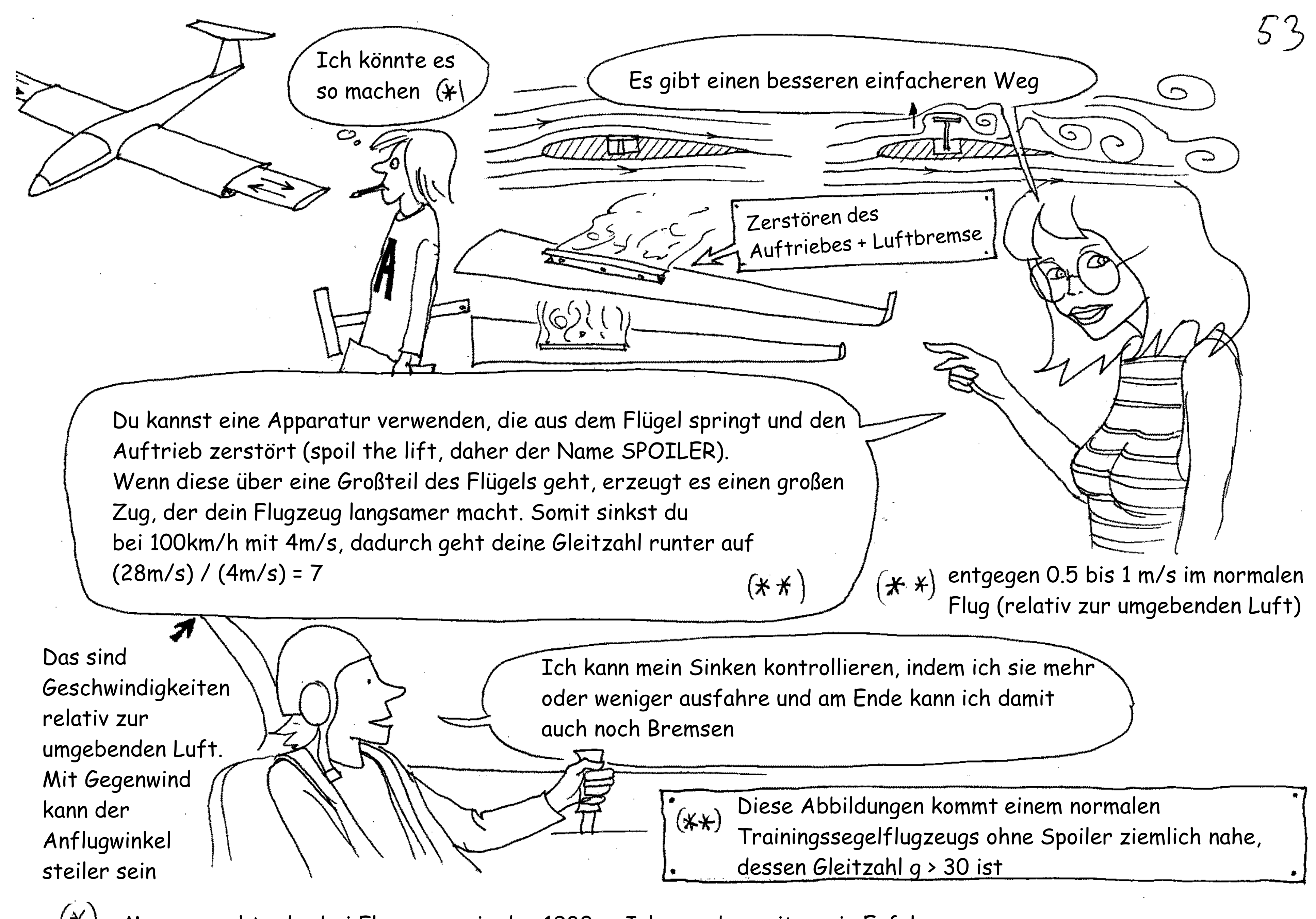


* 10 Meter x Gleitzahl 40 = 400 Meter

LUFTBREMSEN



(*) Das erlebte der Autor im Camp Simba beim Ngoro Ngoro Krater in Tansania als Safari Guide in Afrika

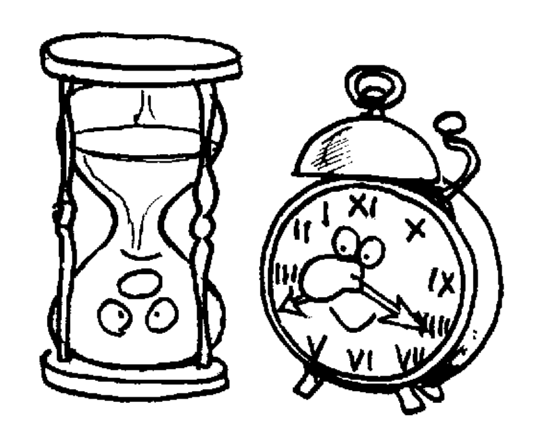


(*) Man versuchte das bei Flugzeugen in den 1930er Jahren, aber mit wenig Erfolg

Das

Chronologikon

Jean-Pierre Petit



Aus dem Französischen von Thierry Rousseau

Die Vereinigung « Wissen ohne Grenzen », gegründet und unter dem Vorsitz von Professor Jean-Pierre Petit, Astrophysiker, hat zum Ziel, wissenschaftliches und technisches Wissen in der größtmöglichen Zahl von Ländern und Sprachen zu verbreiten. Zu diesem Zweck hat Professor Jean-Pierre Petit sein gesamtes populärwissentschaftliches Werk aus dreissig Jahren, und im besonderen die illustrierten Alben, frei zugänglich gemacht. Dementsprechend ist ein jeder frei, die vorliegende Datei zu vervielfältigen, entweder in digitaler Form oder in Form gedruckter Kopien und sie in Bibliotheken oder im Rahmen von Schule, Universität oder Vereinen zu verbreiten, deren Ziel die gleichen sind wie von « Wissen ohne Grenzen », unter der Bedingung, daraus keinen Profit zu erzielen und ohne dass ihre Verbreitung eine politische, sektiererische oder religiöse Konnotation beinhaltet. Diese Dateien im Format pdf können auch ins Computernetzwerk von Schul- oder Universitätsbibliotheken gestellt werden.



Jean-Pierre Petit plant zahlreiche weitere Werke, zugänglich für ein noch größeres Publikum. Einige werden selbst von Analphabeten gelesen werden können, dadurch, daß die Textepartien "zu sprechen beginnen" sobald ein Klick auf sie erfolgt. Diese Werke werden also als Stütze zur Alphabetisierung verwendet werden können. Andere Alben werden « zweisprachig » sein, indem man durch einen einfachen Klick von einer Sprache zur anderen wechseln kann, nachdem die Sprachkombination zuvor gewählt wurde. So entsteht eine neue Stütze zum Erlernen von Fremdsprachen.

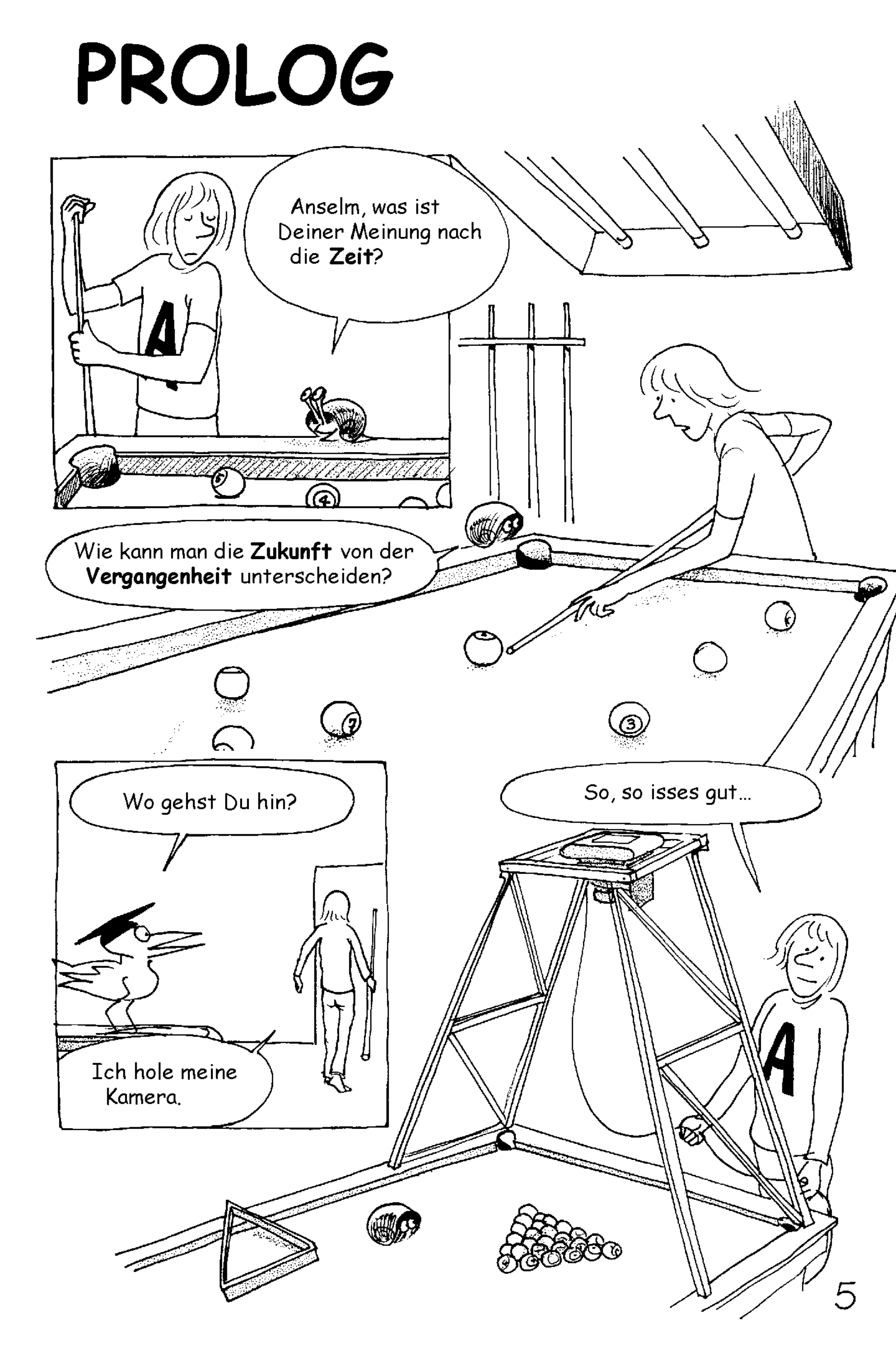
Jean-Pierre Petit ist 1937 geboren. Er hat seine berufliche Laufbahn in der französischen Wissenschaft gemacht. Er ist Plasmaphysiker gewesen (plasma physicist), hat ein Informatikzentrum geleitet, Programme entwickelt, hunderte von Artikeln der unterschiedlichsten Wissensgebiete in wissentschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, von der Mechanik der Flüssigkeiten bis zur theorhetischen Kosmologie reichend. Er hat ungefähr dreissig Werke veröffentlicht, die in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden.

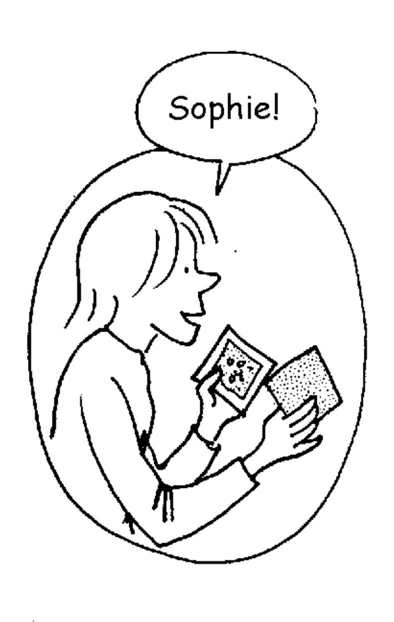
Kontakt zu « Wissen ohne Grenzen » kann über die Website http://www.savoir-sans-frontieres.com aufgenommen werden.

Wüßtegern ist ein seltsamer Kerl, der gerne mehr wissen möchte... Klar! Waren aber auch nicht Kepler, Newton, Darwin oder gar Einstein neugierige, seltsame Kerle? Wenn sich die Wissenschaft nur auf eingefahrenen Bahnen bewegen würde, würde sie kaum vorankommen!

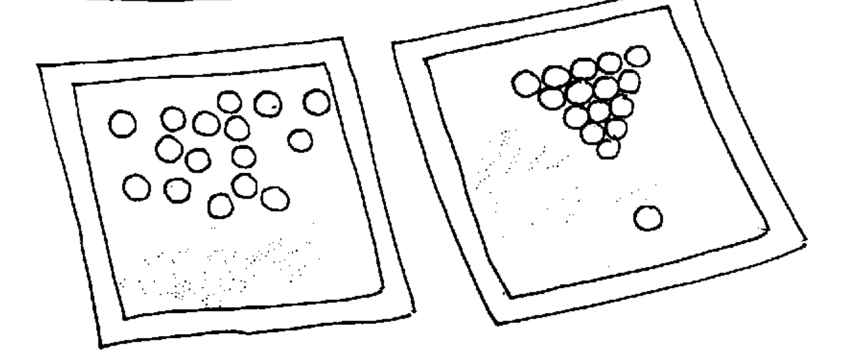
Jean-Claude Pecker

PROLOG


Anselm, was ist Deiner Meinung nach die **Zeit**?
Wie kann man die **Zukunft** von der **Vergangenheit** unterscheiden?
Wo gehst Du hin?
Ich hole meine Kamera.
So, so isses gut...



Schau mal diese beiden Fotos an. Sie wurden **nacheinander** aufgenommen. Es muß doch einen Weg geben, diese beiden Aufnahmen zeitlich einzuordnen und die **Chronologie** der Ereignisse zu bestimmen.

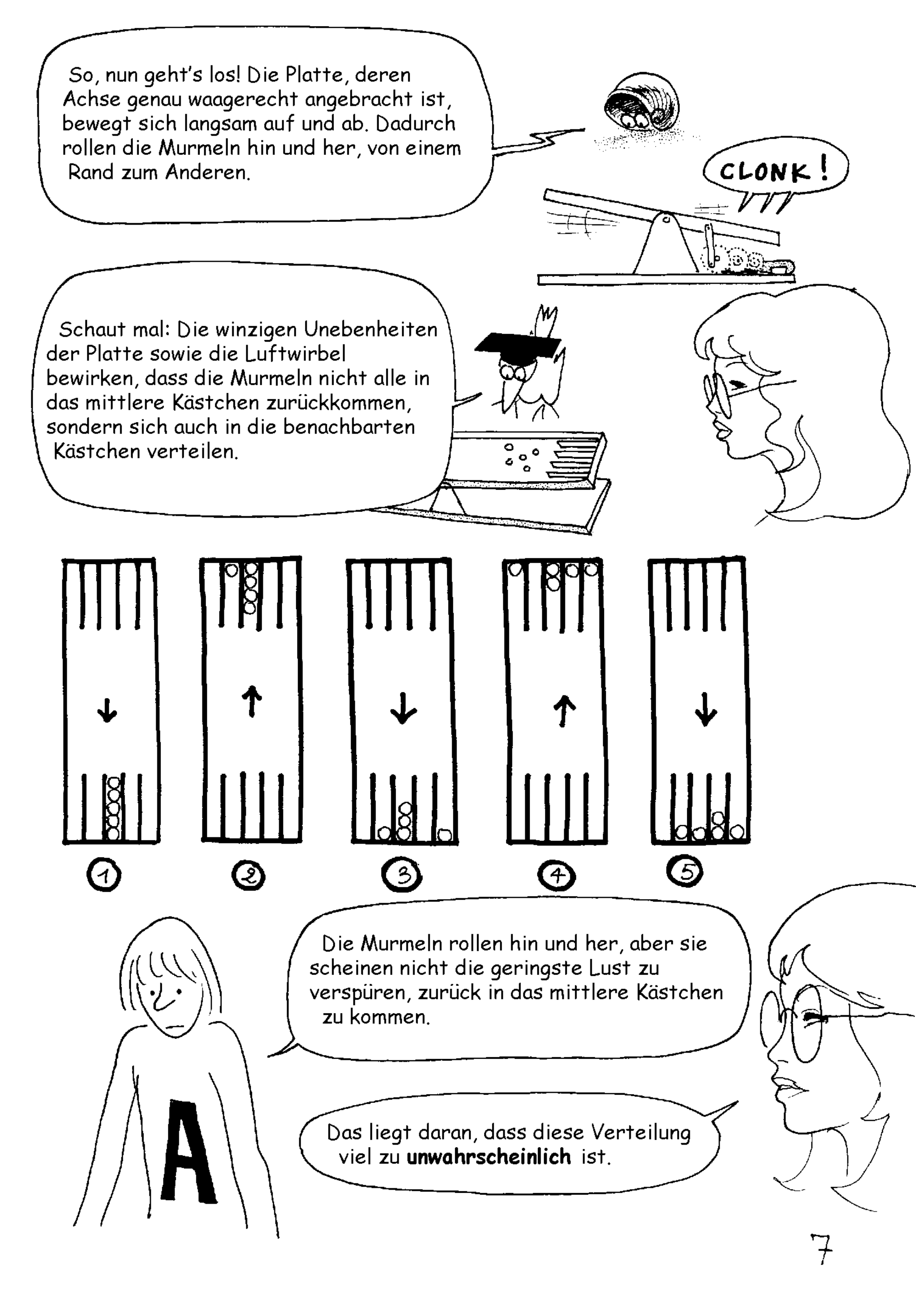


WAHRSCHEINLICHKEIT

Das ist eine gute Idee, aber schau mal: hier ist eine Maschine, mit der man das alles besser erklären kann.

Sie ähnelt einer Wippe, auf der symmetrische Kästchen angebracht sind.

Bevor wir die Maschine betätigen, habe ich fünf Murmeln in das mittlere Kästchen gelegt.



So, nun geht's los! Die Platte, deren Achse genau waagerecht angebracht ist, bewegt sich langsam auf und ab. Dadurch rollen die Murmeln hin und her, von einem Rand zum Anderen.
CLONK!
Schaut mal: Die winzigen Unebenheiten der Platte sowie die Luftwirbel bewirken, dass die Murmeln nicht alle in das mittlere Kästchen zurückkommen, sondern sich auch in die benachbarten Kästchen verteilen.
1
2
3
4
5
Die Murmeln rollen hin und her, aber sie scheinen nicht die geringste Lust zu verspüren, zurück in das mittlere Kästchen zu kommen.
Das liegt daran, dass diese Verteilung viel zu **unwahrscheinlich** ist.
A



Was meinst Du?
Denk mal nach. Die Chance beträgt ein Fünftel, dass eine Murmel in einem bestimmten Fach landet, sagen wir dem Fach Nr. 2. Und die Chance betrug ebenfalls ein Fünftel, dass eine andere Murmel sich bereits dort befindet. Daher ergibt sich eine Chance von einem Fünfundzwanzigstel, dass zwei Murmeln in diesem Kästchen landen.
Wahrscheinlichkeiten multipliziert man und dabei kommt heraus: 1/5 x 1/5 = 1/25.
Das Gleiche gilt, wenn man drei Murmeln verwendet. Es ergibt sich dann eine Chance von einem Hundertfünfundzwanzigstel (1/5 x 1/5 x 1/5 = 1/125), am Ende alle Murmeln in ein bestimmtes Fach zu bekommen.
Die Situation links entspricht einer Chance von 5 x 5 x 5 = 125 und die Situation rechts einer Chance von 5^5 = 3125, d.h. einer Wahrscheinlichkeit von 1/3125 = 0,00032.
Wenn man alle Kästchen als gleichberechtigt annimmt, beträgt die Wahrscheinlichkeit, alle Murmeln im selben Kästchen zu finden: P = 5 x 0,00032 = 0,0016.



Betrachtet man alle Kästchen als gleichwertig, so ergeben sich folgende Wahrscheinlichkeiten für die entsprechenden Verteilungen:

8 ⟹ P = 0,0016

8 + o ⟹ P = 0,032

o + o + o + o + o ⟹ P = 0,0384

8 + 8 ⟹ P = 0,064

8 + o + o ⟹ P = 0,192

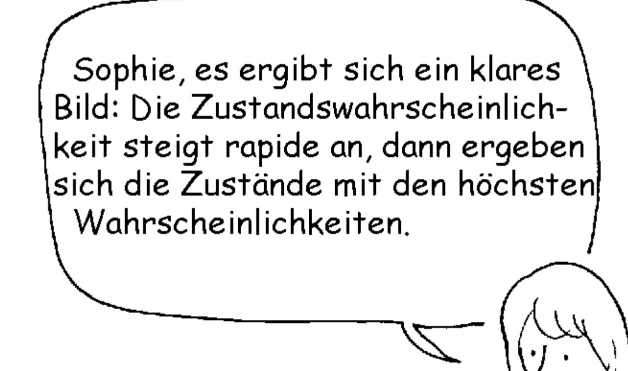
8 + 8 + o ⟹ P = 0,288

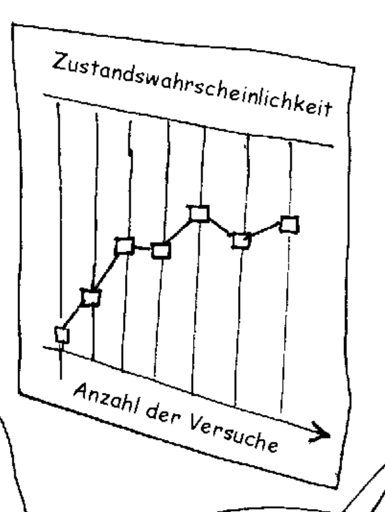
8 + o + o + o ⟹ P = 0,384

Das ist ja drollig: Der wahrscheinlichste Fall ist nicht der, wo sich eine Murmel in jedem Kästchen befindet.

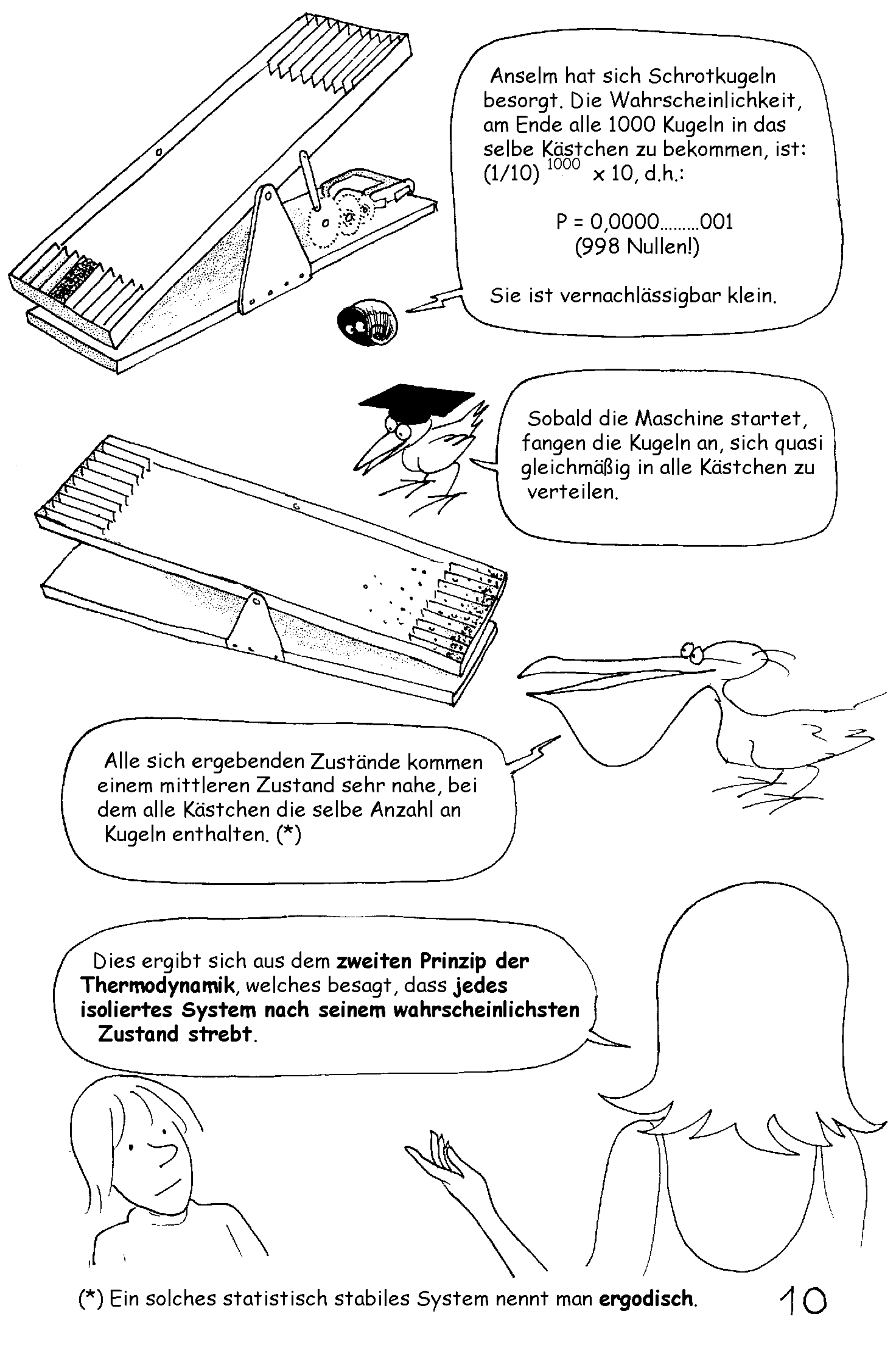
ZWEITES PRINZIP DER THERMODYNAMIK

Wir wollen die jeweiligen Verteilungswahrscheinlichkeiten unseres Experiments aufschreiben.

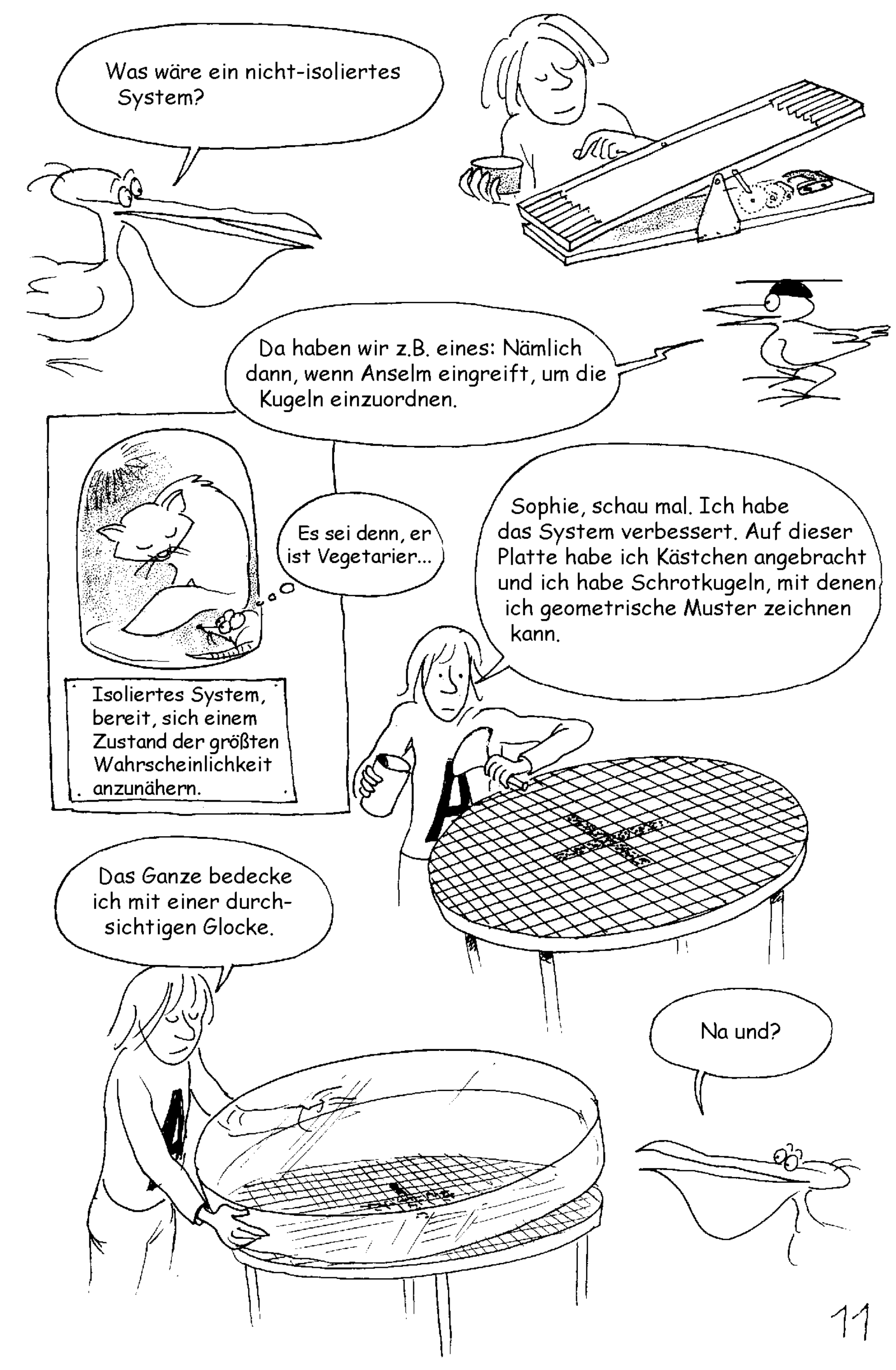




Probier es doch mal mit 10 Kästchen und 1000 Murmeln.



(*) Ein solches statistisch stabiles System nennt man **ergodisch**.


Was wäre ein nicht-isoliertes System?
Da haben wir z.B. eines: Nämlich dann, wenn Anselm eingreift, um die Kugeln einzuordnen.
Es sei denn, er ist Vegetarier...
Isoliertes System, bereit, sich einem Zustand der größten Wahrscheinlichkeit anzunähern.
Sophie, schau mal. Ich habe das System verbessert. Auf dieser Platte habe ich Kästchen angebracht und ich habe Schrotkugeln, mit denen ich geometrische Muster zeichnen kann.
Das Ganze bedecke ich mit einer durchsichtigen Glocke.
Na und?


Nun muß man nur noch von unten mit einem Hammer klopfen.
BOUM
BOUM
BOUM
BOUM
Was geht hier vor? Wird jemand umgebracht?
Nee, Anselm lässt nur sein System nach dem Zustand mit der größtmöglichen Wahrscheinlichkeit streben.
Klare Sache. Das Bild wird immer verschwommener. Die **Information** verschwindet nach und nach.
Mit anderen Worten: Das ist die Lösung, um zwei Zustände eines isolierten Systems **chronologisch** einzuordnen. Derjenige mit der **informationsreicheren Struktur** ist der Älteste.


irreversibel
Siehst Du, Anselm, die natürliche Diffusion wird diese Nachricht nach und nach löschen, die wir an den Himmel geschrieben haben.
Alles OK?
Prinzipiell kann man aber nicht ausschließen, dass sich die Farbmoleküle von selbst wieder sammeln und die Nachricht rekonstruieren.
Böörk!
Auch kann man nicht gänzlich ausschließen, dass ein besonders glücklicher Hammerschlag es schafft, das Kreuz von soeben neu zu bilden.
A
Oder dass Moleküle eines Farbmittels mit der selben Dichte wie Wasser von selbst den ursprünglichen Tropfen wieder bilden.
Da aber die Wahrscheinlichkeiten dieser Zustände verschwindend gering sind, werden sie als vernachlässigbar klein angesehen.

Dann strebt aber das ganze Universum dem **Chaos** entgegen. Vanille-Eiskugeln schmelzen, Berge fallen in sich zusammen...

Kurzum: **Alles geht den Bach runter**.

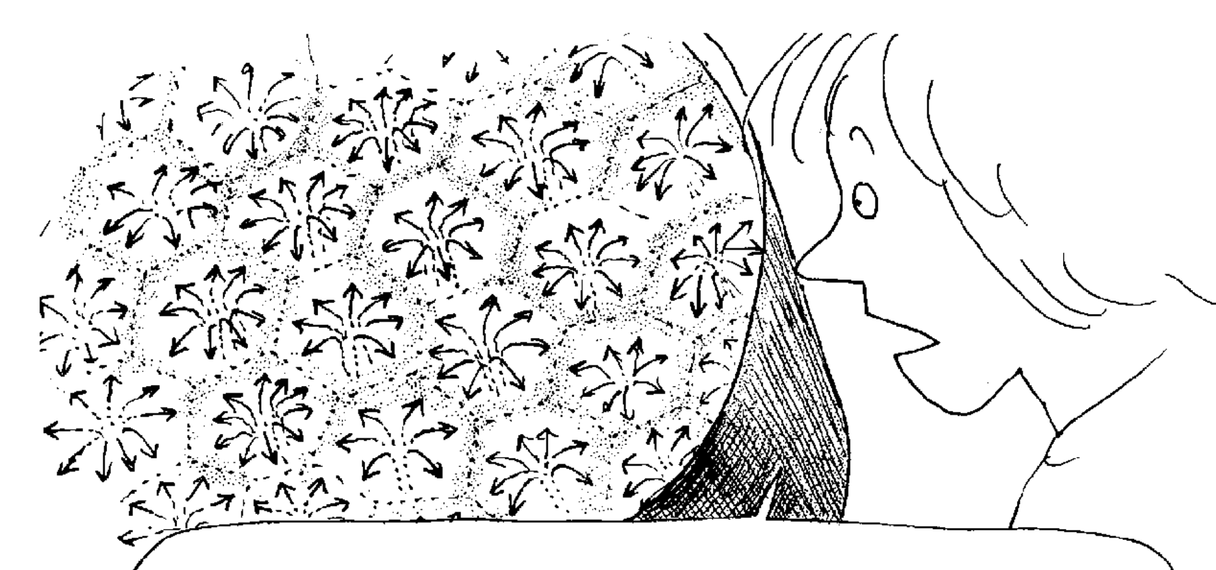
Dieses Phänomen beschreibt man mit dem irreversiblen Zuwachs einer Größe, die man die **Entropie** nennt. (*)

Das alles ist vollkommen befremdlich. Ich werde mir einen Tee machen.

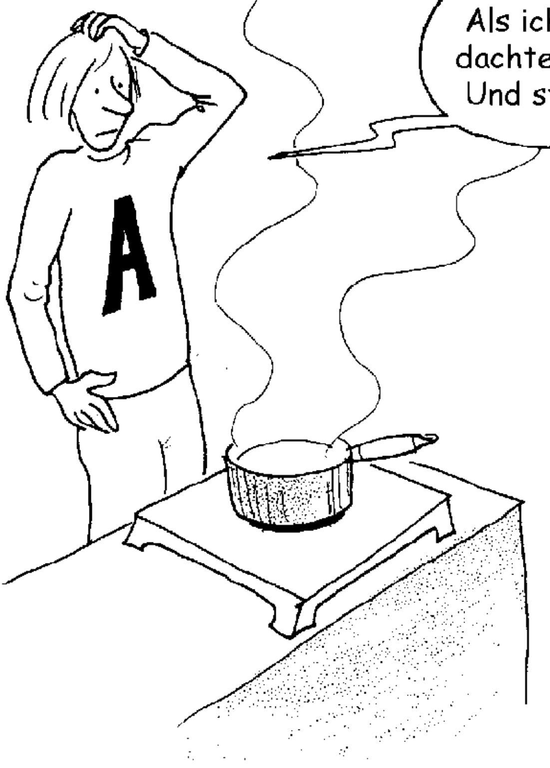
Dies scheint die Antwort zu sein. Da die ENTROPIE MESSBAR ist, kann man damit die Zustände eines Systems CHRONOLOGISCH ordnen.

(*) Ist **P** die Zustandswahrscheinlichkeit, so lautet die Entropie: $S = P \operatorname{Log} P$, wobei Log den Logarithmus bezeichnet.

DISSIPATIONSZELLEN

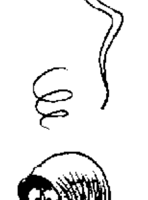


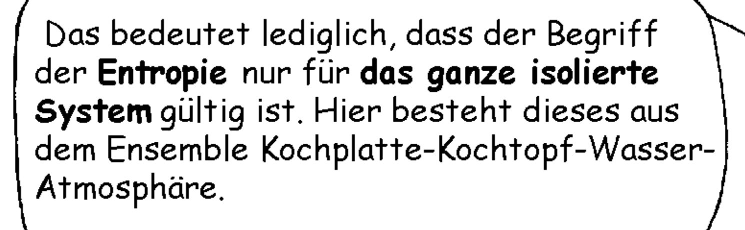
Unglaublich! Wenn ich das Wasser aufheize, erscheint ein Wirbelsystem mit einem sechseckigen Muster, da wo früher nichts war, und das obwohl meine Kochplatte eine sehr gleichmäßige Wärme liefert.

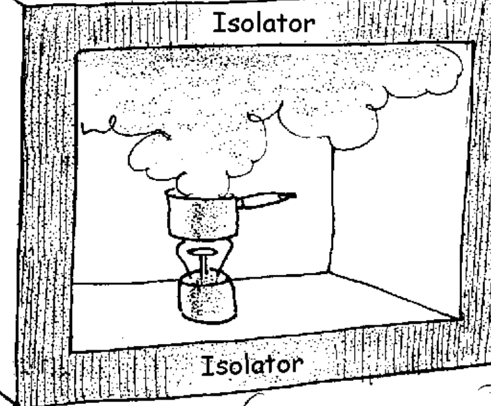


Als ich dieses Wasser zum Kochen brachte, dachte ich, ich würde Unordnung erzeugen. Und stattdessen erzeuge ich Ordnung???

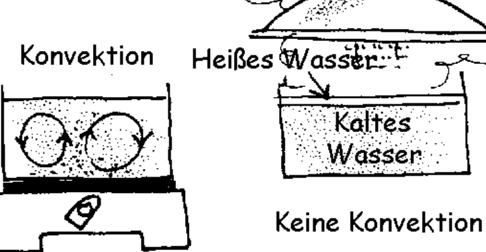
Das bedeutet, dass es kochendes Wasser schafft, die Entropie zu verringern?



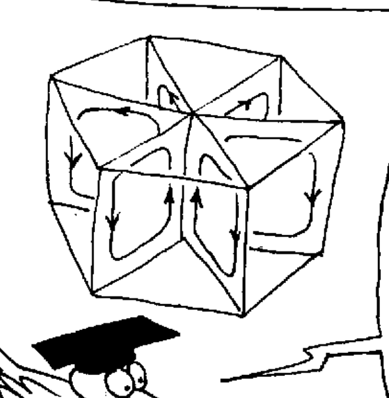








Im Übrigen kann man durchaus all dieses Wasser auch ohne Wirbel oder jegliche Konvektionsbewegung verdampfen lassen, indem man es mittels einer einfachen parabolischen Heizvorrichtung von oben durch Strahlung aufheizt. (*)

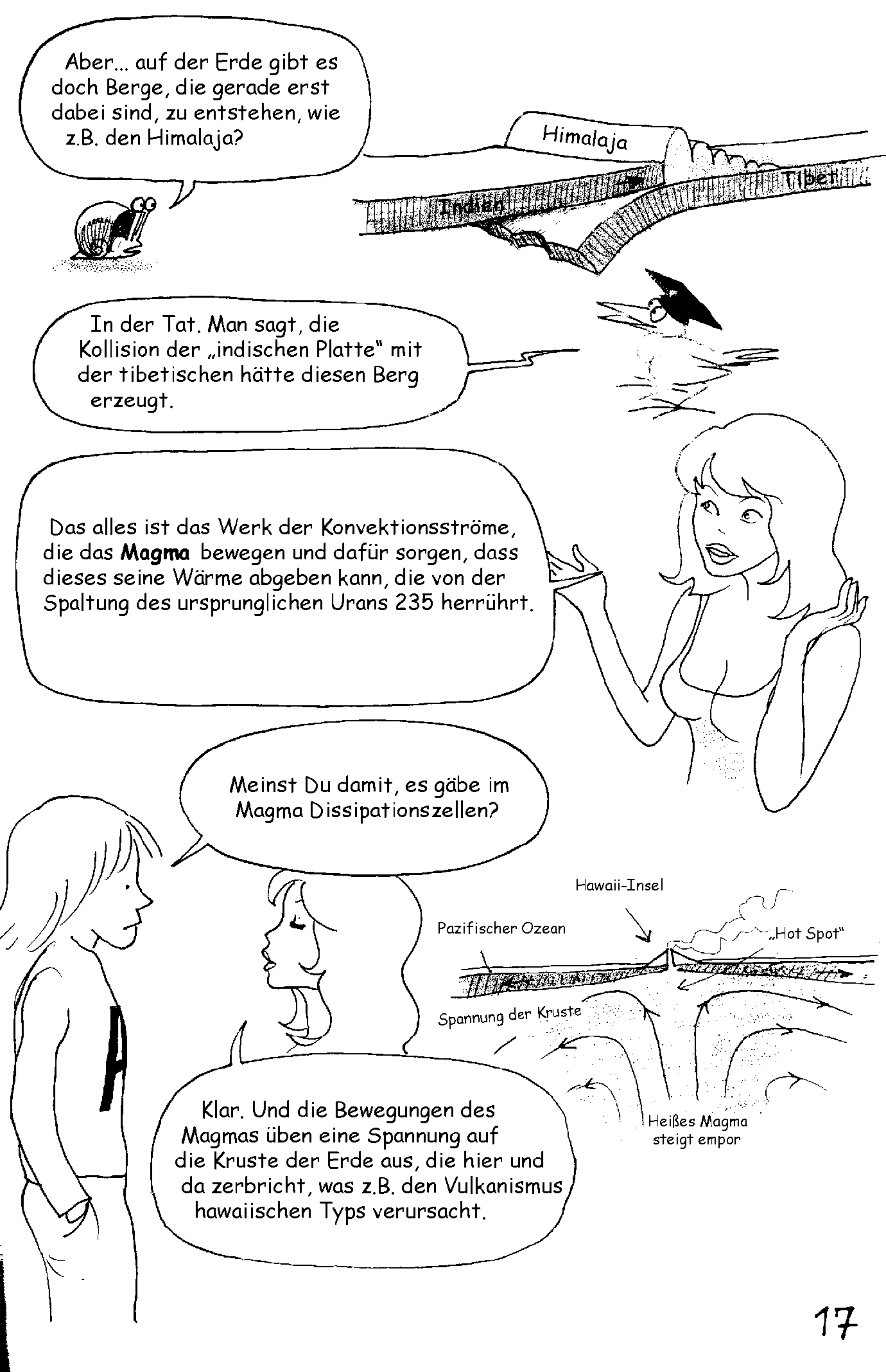


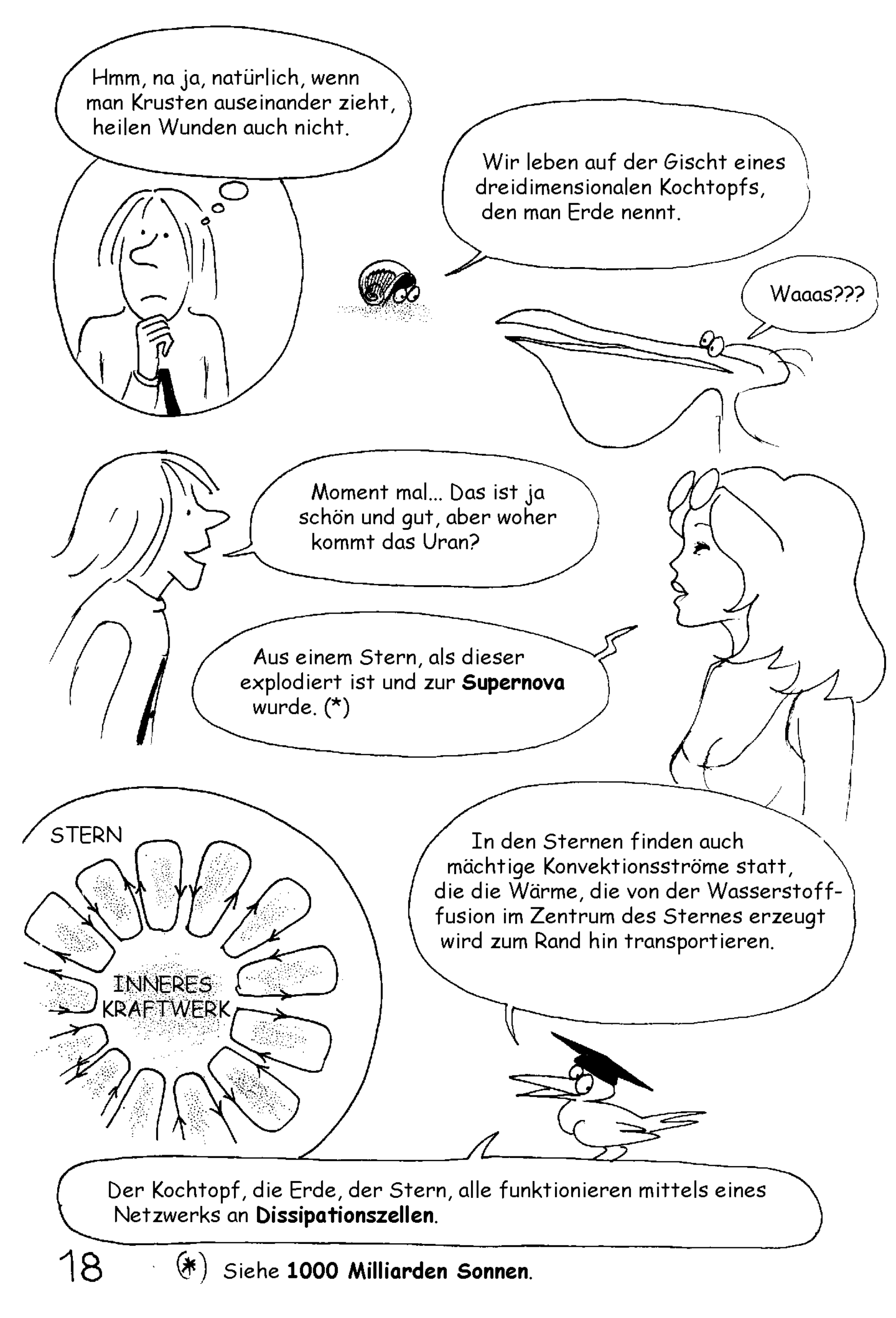
Der Zuwachs an Entropie eines Systems bedeutet nicht, dass dieses zwangsläufig **amorph** wird. Es können **Dissipationszellen** auftreten: Sie bewirken, dass die Verdampfung und der Zuwachs der Gesamtentropie begünstigt wird.



So z.B. fallen zwar Berge von selbst zusammen, aber das durch die Wolken herbeigebrachte Wasser beschleunigt die Erosion.

(*) Siehe **Warum kann ich nicht fliegen?**


Aber... auf der Erde gibt es doch Berge, die gerade erst dabei sind, zu entstehen, wie z.B. den Himalaja?
Himalaja
Indien
Tibet
In der Tat. Man sagt, die Kollision der „indischen Platte" mit der tibetischen hätte diesen Berg erzeugt.
Das alles ist das Werk der Konvektionsströme, die das **Magma** bewegen und dafür sorgen, dass dieses seine Wärme abgeben kann, die von der Spaltung des ursprunglichen Urans 235 herrührt.
Meinst Du damit, es gäbe im Magma Dissipationszellen?
Hawaii-Insel
Pazifischer Ozean
„Hot Spot"
Spannung der Kruste
Heißes Magma steigt empor
Klar. Und die Bewegungen des Magmas üben eine Spannung auf die Kruste der Erde aus, die hier und da zerbricht, was z.B. den Vulkanismus hawaiischen Typs verursacht.



(*) Siehe **1000 Milliarden Sonnen**.

MORPHOGENESIS



Nun schütteln!

Unglaublich! Auch wenn Anselm viele Versuche macht, bekommt er jedes Mal Ketten von zwei oder sogar drei Elementen!

Dies bedeutet einfach, dass für dieses besondere System diese Anordnung **die Wahrscheinlichste** ist.

Dagegen ist es unmöglich, eine Kette mit 5 Elementen zu bekommen.

Und wenn ich eine solche Kette in die Schachtel tue, dann zerfällt sie!!!

Wenn es Dir nicht gelingt, dieses „mechanische Polymär" zu erzeugen, dann bedeutet das einfach, dass es sehr unwahrscheinlich ist.

Weißt Du, die Natur ist so gemacht, dass ein zu einem gegebenen Zeitpunkt **sehr wahrscheinliches** Ereignis tatsächlich immer stattfindet.

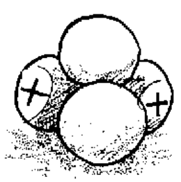


Und umgekehrt nehme ich an: Wenn etwas unwahrscheinlich ist, dann geschieht es auch nicht.

Und wenn ein Ereignis während der ganzen Lebensdauer des Universums extrem unwahrscheinlich bleibt, dann betrachtet man es als **unmöglich**. Ok...

Während des URKNALLS war die Erzeugung von Helium extrem wahrscheinlich. Daher beinhaltet das Universum auch welches!





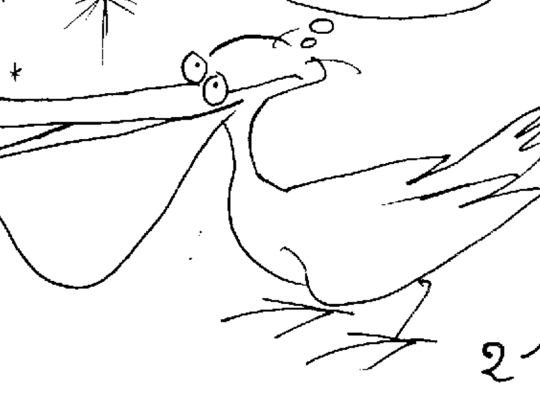
Dagegen kann man errechnen, dass die Sonne infolge der extrem geringen Sternendichte unserer Galaxie nur eine zehnmillionstel Chance hat, während der nächsten zehn Milliarden Jahren mit einem anderen Stern zu kollidieren.

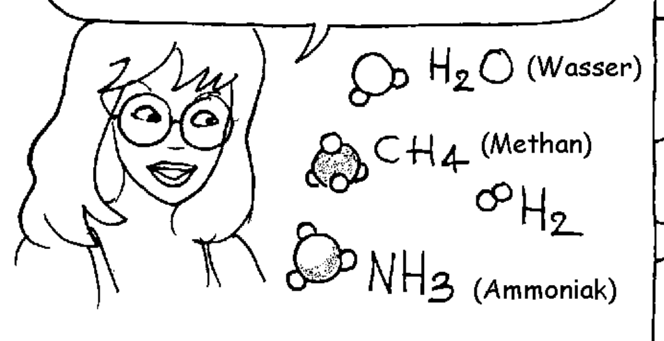
Daher betrachtet man dieses **Ereignis** als **unmöglich**.

Kapiert...



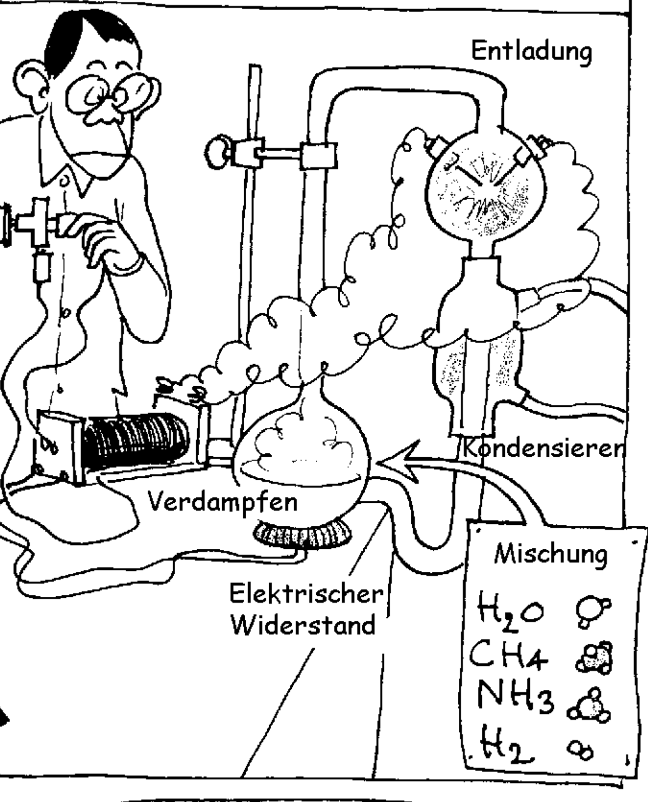




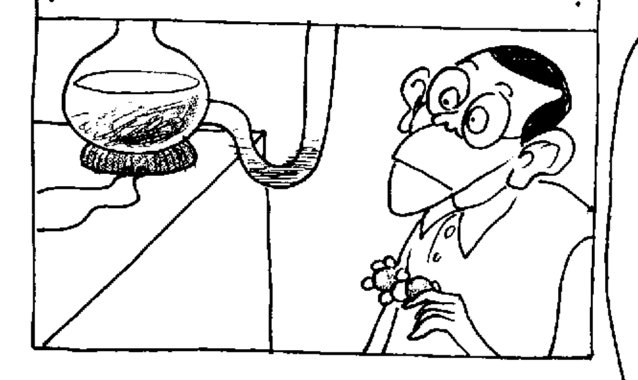


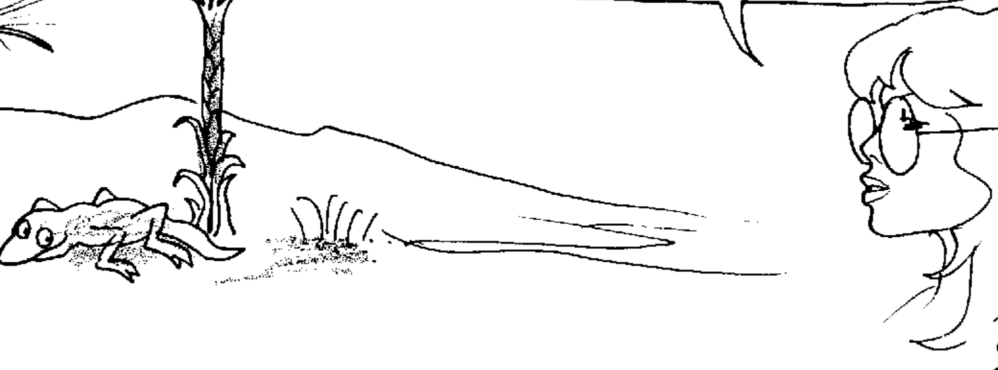
Daher waren sie auch gängige Bestandteile der Uratmosphäre unseres Planeten.

1950 hatte Miller, damals als junger Student, die Idee, alle diese Elemente in einem Behälter zu sammeln und sie mittels elektrischer Entladungen „durchzuschütteln".



Nach einer Woche war die farblose Mischung orange geworden. Diese Änderung war der Anwesenheit von Aminosäure zurückzuführen. Das sind Moleküle, die aus etwa 15 Atomen bestehen.





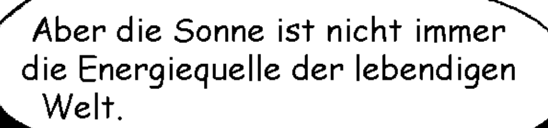
NEGENTROPIE ?

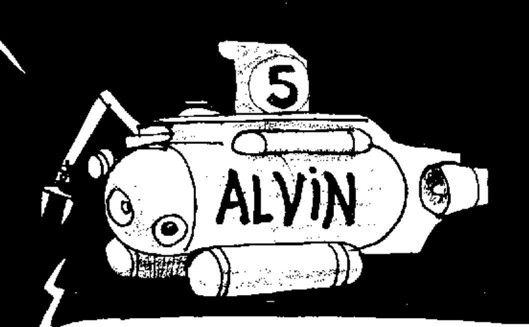



Hierfür musste man ja irgendwann Öl verbrennen, Wasser fließen lassen oder einige Zuckermoleküle „verbrennen".


Oder glaubst Du etwa, dass das **Leben** nichts kostet? Was sorgt denn dafür, dass Bäume wachsen und dass Äpfel reifen?
Äääh...


Es ist... die Sonne, die die Energie zur Verfügung stellt. Sie ist der **Motor des Lebens**.
Sehr gut, Tiresias!
Ja, so ist das. Man muß nämlich das GANZE SYSTEM betrachten, d.h. die BIOSPHÄRE, das BIOTOP und die Energiequelle, die Sonne. Und dann steigt auch die Gesamtentropie dieses Systems.


Aber die Sonne ist nicht immer die Energiequelle der lebendigen Welt.


5
ALVIN
In den Tiefseegräben stützt sich das Leben auf die Energie der unterseeischen Warmwasserquellen.

Das spielt hier keine Rolle! (*)

Verdammt, wäre etwa das **Leben** nur eine weitere Dissipationszelle?

H-BOMBE

Aber meine Güte: Das Ziel alles Lebendigen besteht doch nicht NUR darin, Energie zu dissipieren?

Um ehrlich zu sein, hat man zu dieser Frage noch keine klare Antwort gefunden...

ENTROPIE

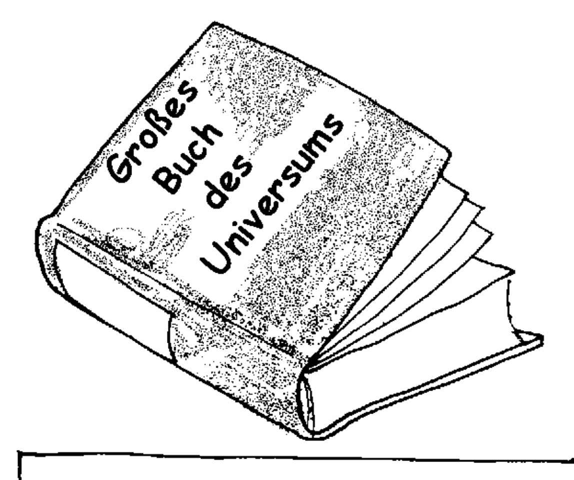
Entropie, Zeit, Wahrscheinlichkeit... Das alles bringe ich nun etwas durcheinander.

Die Lösung findet man vielleicht, indem man den Ursprung des Universums untersucht, **als alles anfing**.

Das **Alles** ergibt doch **keinen Sinn**.

(*) Das Alles wird Gegenstand des **Biologikons** sein.







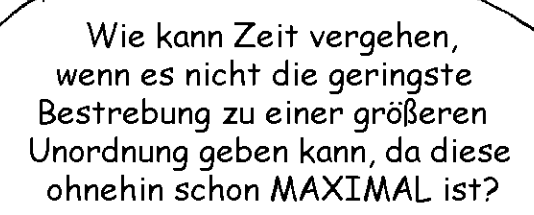


(*) Siehe **1000 Milliarden Sonnen**

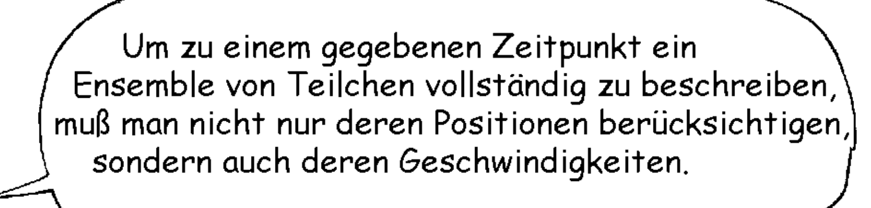
Wie kann sich ein perfekt homogenes Universum entwickeln, wenn NICHTS passiert?

Homogene Ensembles haben doch keine Geschichte.



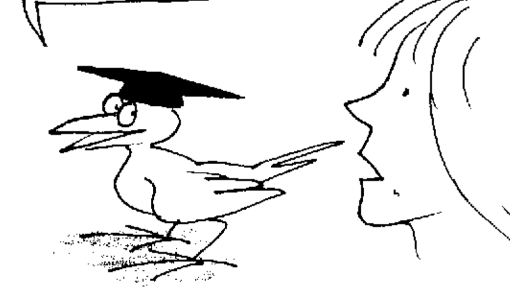


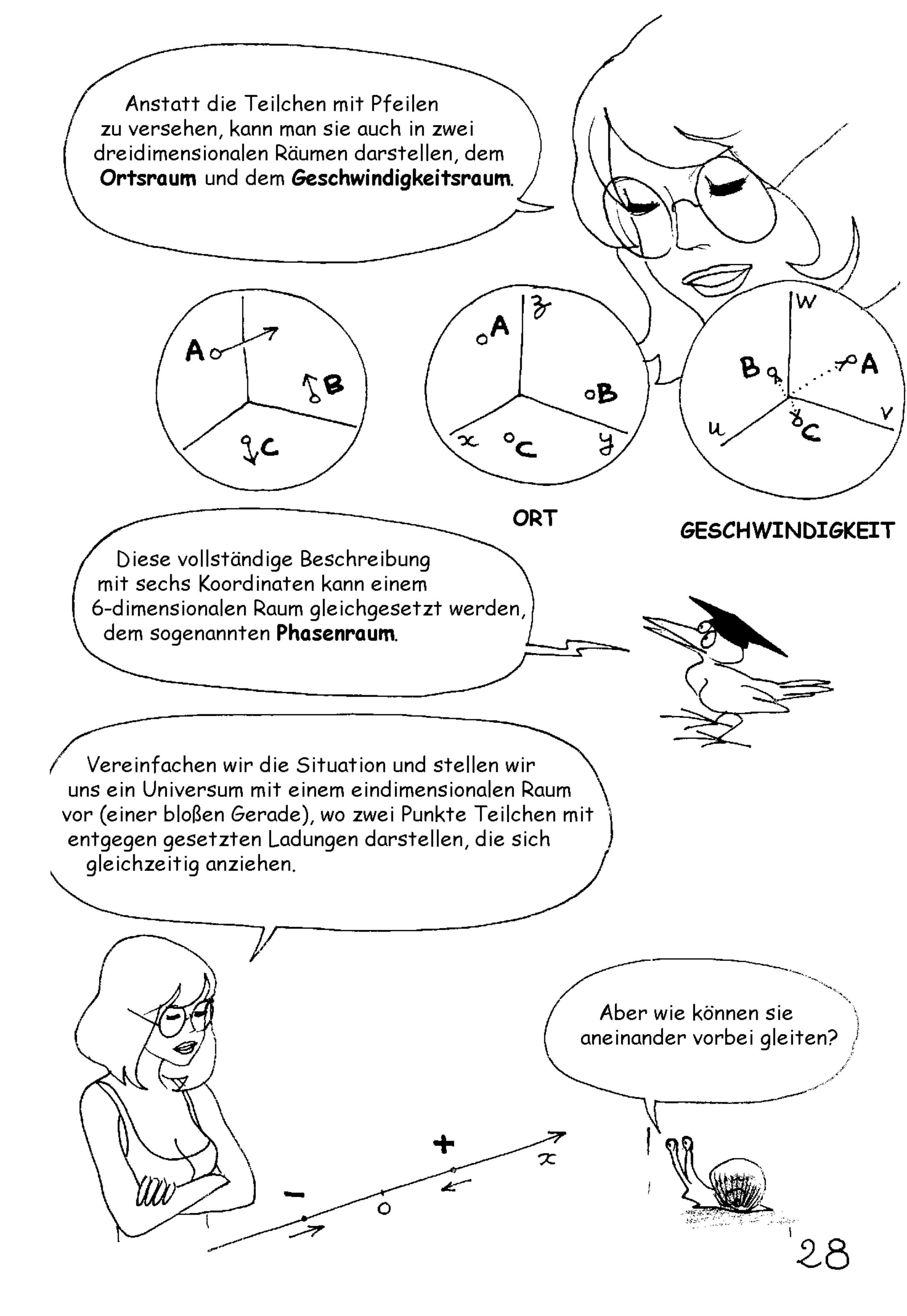
Moment mal! Es geschieht doch etwas, da dieses Universum **abkühlt**.

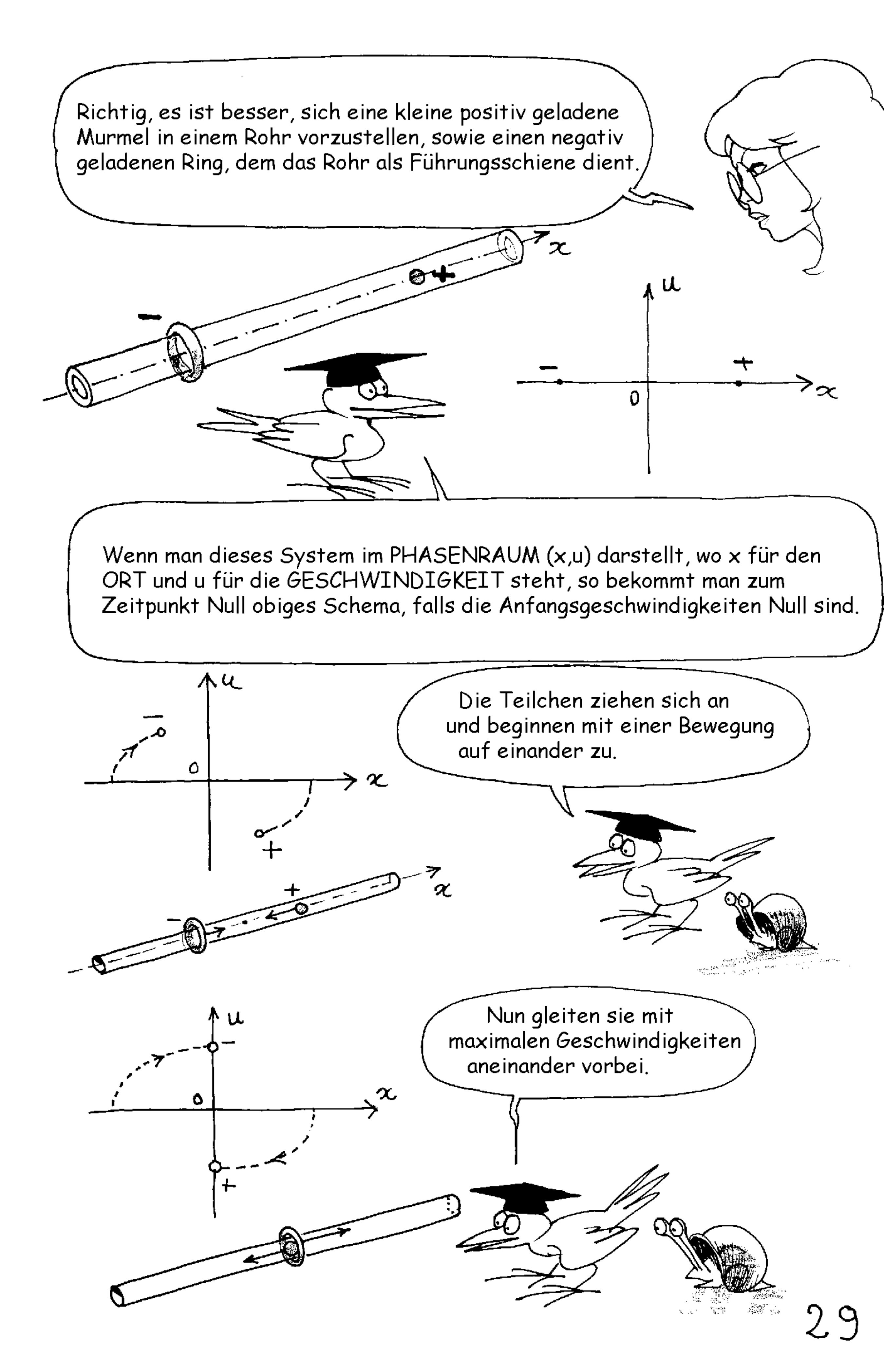


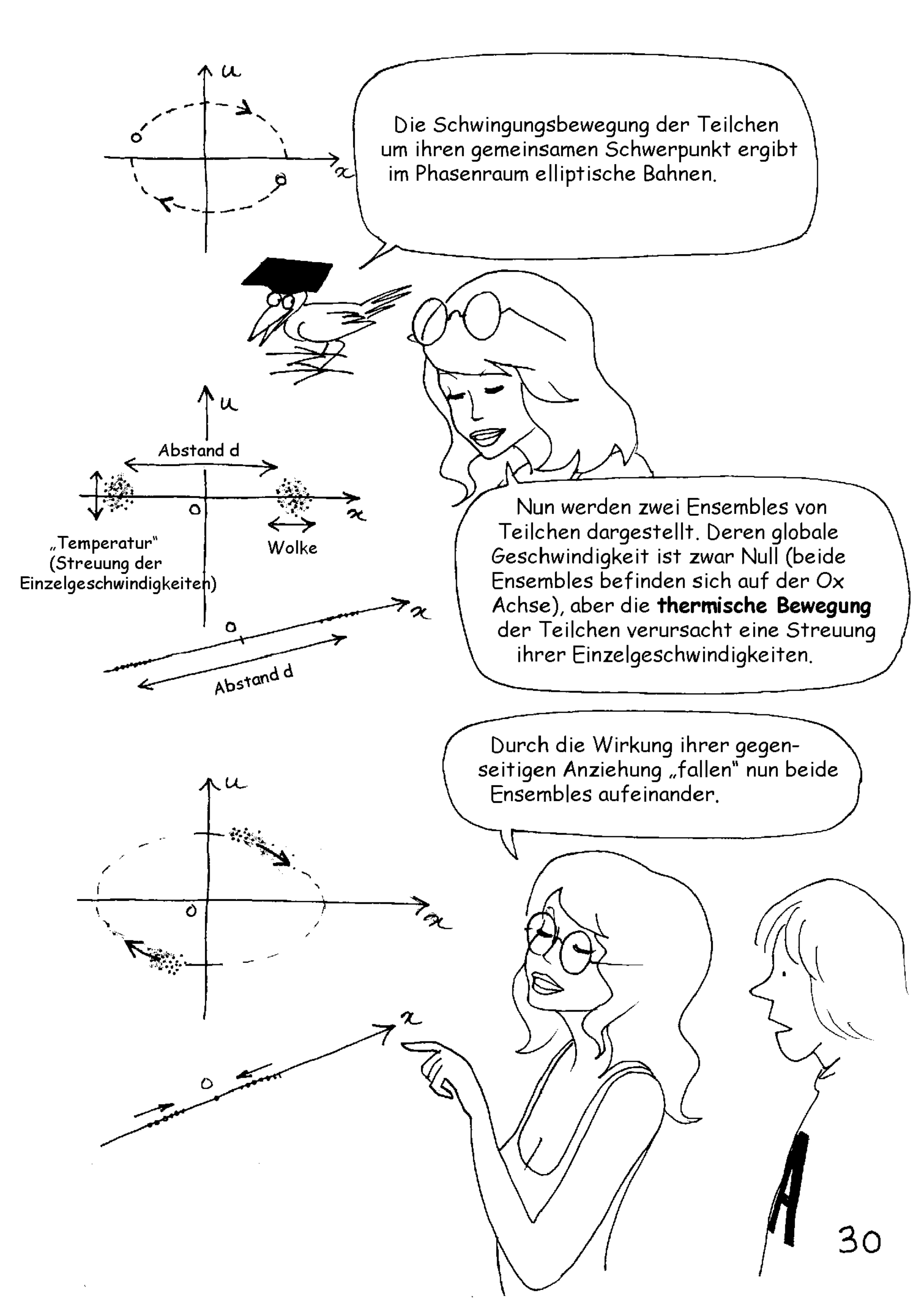


Ja, klar. **Geschwindigkeit** stellt auch eine **Information** dar.

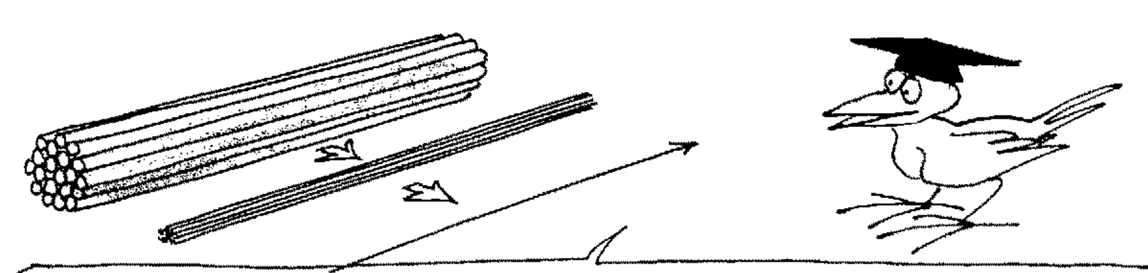



Anstatt die Teilchen mit Pfeilen zu versehen, kann man sie auch in zwei dreidimensionalen Räumen darstellen, dem **Ortsraum** und dem **Geschwindigkeitsraum**.
A
B
C
A
z
B
x
C
y
B
W
A
u
C
V
ORT
GESCHWINDIGKEIT
Diese vollständige Beschreibung mit sechs Koordinaten kann einem 6-dimensionalen Raum gleichgesetzt werden, dem sogenannten **Phasenraum**.
Vereinfachen wir die Situation und stellen wir uns ein Universum mit einem eindimensionalen Raum vor (einer bloßen Gerade), wo zwei Punkte Teilchen mit entgegen gesetzten Ladungen darstellen, die sich gleichzeitig anziehen.
Aber wie können sie aneinander vorbei gleiten?
+
x
–
o

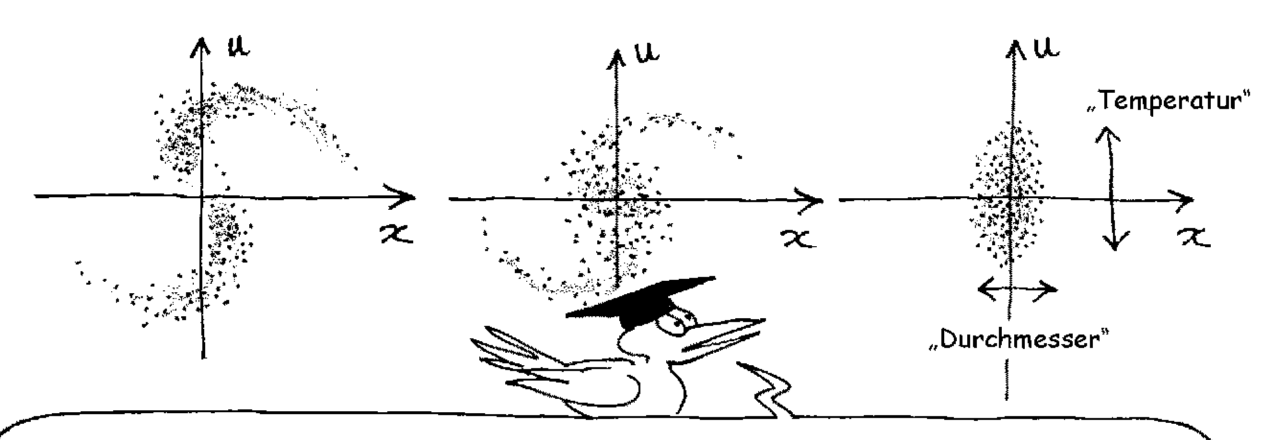

Richtig, es ist besser, sich eine kleine positiv geladene Murmel in einem Rohr vorzustellen, sowie einen negativ geladenen Ring, dem das Rohr als Führungsschiene dient.
x
u
0
x
Wenn man dieses System im PHASENRAUM (x,u) darstellt, wo x für den ORT und u für die GESCHWINDIGKEIT steht, so bekommt man zum Zeitpunkt Null obiges Schema, falls die Anfangsgeschwindigkeiten Null sind.
u
0
x
Die Teilchen ziehen sich an und beginnen mit einer Bewegung auf einander zu.
x
u
0
x
Nun gleiten sie mit maximalen Geschwindigkeiten aneinander vorbei.



u
x
Die Schwingungsbewegung der Teilchen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt ergibt im Phasenraum elliptische Bahnen.
u
Abstand d
x
„Temperatur" (Streuung der Einzelgeschwindigkeiten)
Wolke
x
Abstand d
Nun werden zwei Ensembles von Teilchen dargestellt. Deren globale Geschwindigkeit ist zwar Null (beide Ensembles befinden sich auf der Ox Achse), aber die **thermische Bewegung** der Teilchen verursacht eine Streuung ihrer Einzelgeschwindigkeiten.
Durch die Wirkung ihrer gegenseitigen Anziehung „fallen" nun beide Ensembles aufeinander.
u
x
x



Praktisch könnte man sich vorstellen, dass die Teilchen sich aneinander vorbei bewegen, ohne miteinander zu kollidieren, indem man sie in sehr dünne Röhren steckt.



Die zwei ursprünglichen Wolken vermischen sich zu einer einzigen Wolke. Die gewonnene KINETISCHE ENERGIE verteilt sich zufällig. Daraus ergibt sich eine „Aufheizung", eine Verteilung in die u-Richtung. Insgesamt ist der von den Teilchen besetzte Flächeninhalt größer geworden. Und diese Zunahme IST gerade die **Entropie**.

Das System oszilliert. Die AUSDEHNUNG kommt einer Abnahme der TEMPERATUR, d.h. der Geschwindigkeit (der thermischen Bewegung) der Teilchen gleich. Das Gegenteil geschieht während der Kontraktion.

Kühlung

Heizung

Ausdehnung

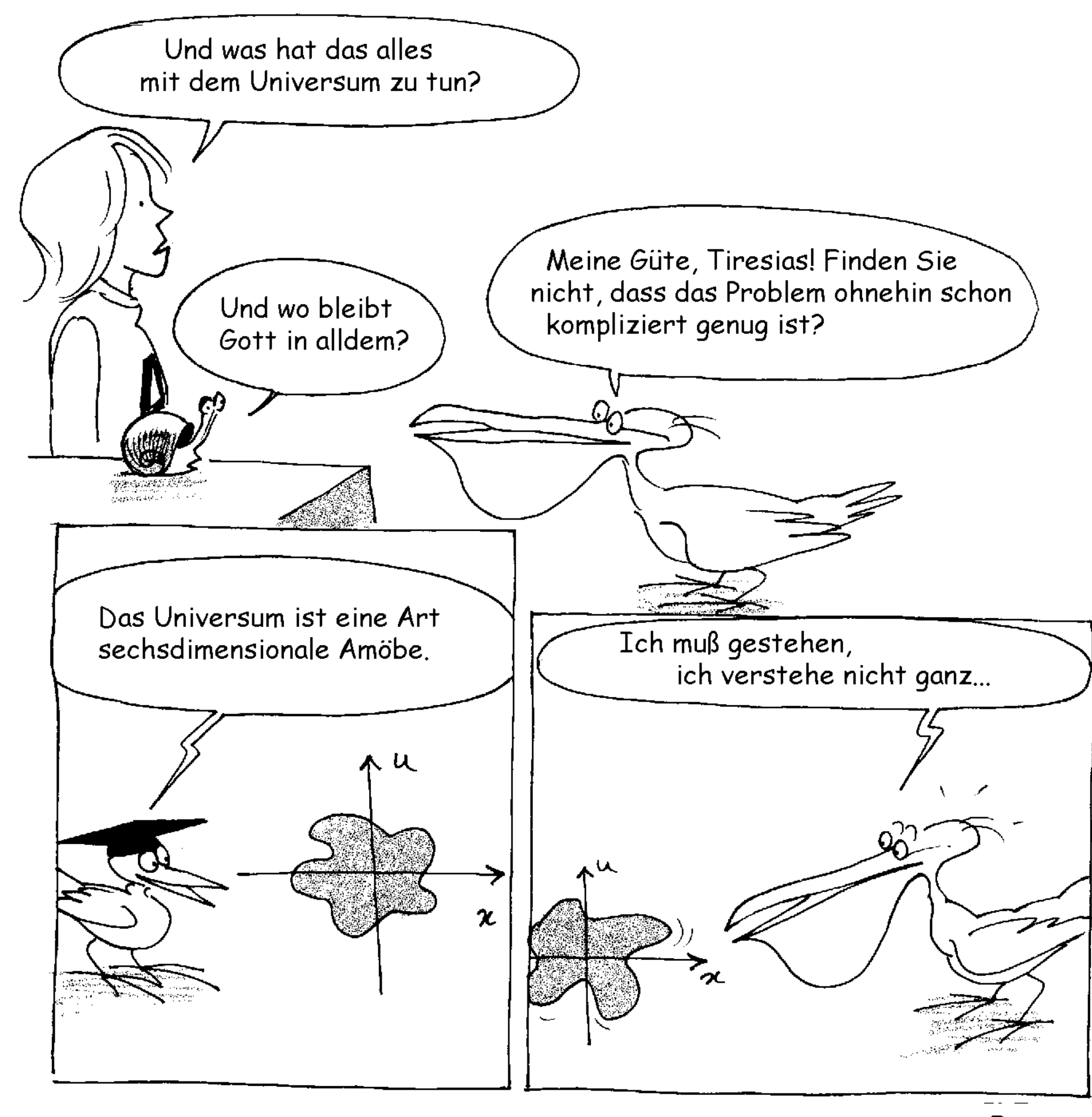
Kontraktion

Es sieht wie eine zweidimensionale Seifenblase aus.

Aber die Oszillationen dieser seltsamen Amöbe, die den PHASENRAUM bewohnt, erfolgen bei konstantem Flächeninhalt, bei **konstanter Entropie**. (*)

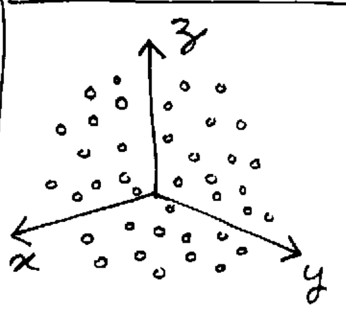
(*) In diesem Beispiel kollidieren die Teilchen nicht miteinander.

ERSTES KOSMOLOGISCHES PARADOXON

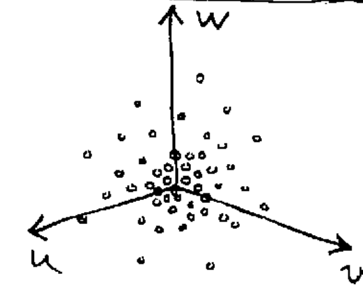


Um sich diesen 6-dimensionalen Phasenraum (3 Dimensionen für den Ort, 3 für die Geschwindigkeit) vorzustellen, kann man ihn in zwei dreidimensionale Darstellungen „entfalten".





Geschwindigkeitsraum

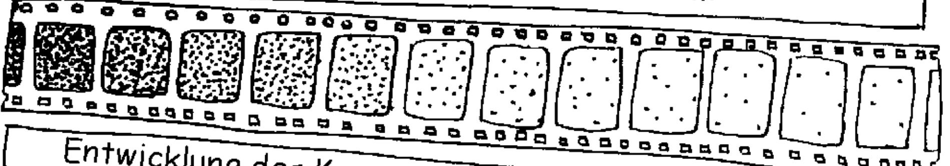




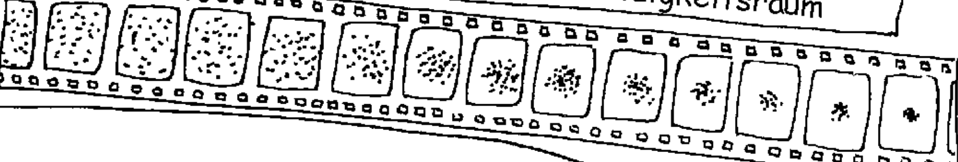
Im **Ortsraum** verdünnt sich das Universum, und diese Ausdehnung kommt einer **Unordnung** gleich. Umgekehrt nimmt die Geschwindigkeit der thermischen Bewegung der Teilchen ab. Im **Geschwindigkeitsraum** kontrahiert also das Universum, was einer Bestrebung nach **Ordnung** gleich kommt.



Entwicklung des Kosmos im Ortsraum



Entwicklung des Kosmos im Geschwindigkeitsraum



Insgesamt bleibt in dieser 6-dimensionalen Darstellung die **geordnete Struktur** des Universums unveränderbar. Die **Entropie**, die sein **Hypervolumen** darstellt, d.h. das Produkt seines Volumens im Ortsraum mit seinem Volumen im Phasenraum, bleibt gleich. (*)



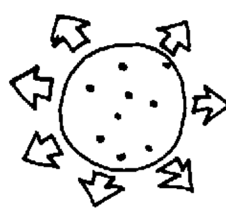
Mit anderen Worten: In seiner 6-dimensionalen Darstellung ist der Kosmos ein unkomprimierbares Gas.



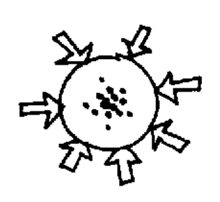
(*) Satz von **Liouville**, franz. Mathematiker (1802-1882)



ORTSRAUM



GESCHWINDIGKEITSRAUM



Aber warte mal! Da das **zweite Prinzip** besagt, dass **Entropie mit der Zeit wächst, wie kann sich denn der Kosmos bei konstanter Entropie entwickeln?**

In der Tat ist dieses Paradoxon einer der Schwachpunkte der klassischen kosmologischen Modelle.

Es ist zum totlachen, hi, hi, hi!

Kurzum: Ein Modell wie das STANDARDMODELL DER KOSMOLOGIE muß noch lange nicht deswegen kohärent sein, nur weil es sich auf komplizierte Berechnungen stützt...

Aber verfügt denn die Wissenschaft nicht einmal über den Schimmer einer Antwort, über die Skizze einer Theorie dazu?

Leider nicht: Diese enormen Zeiträume, die das Universum bei konstanter Entropie durchlebt, sind eine der Schwächen unserer Vorstellungen über den Kosmos.

Die Zeit geht also voran, und keiner weiß warum. Das ist ja die Höhe!

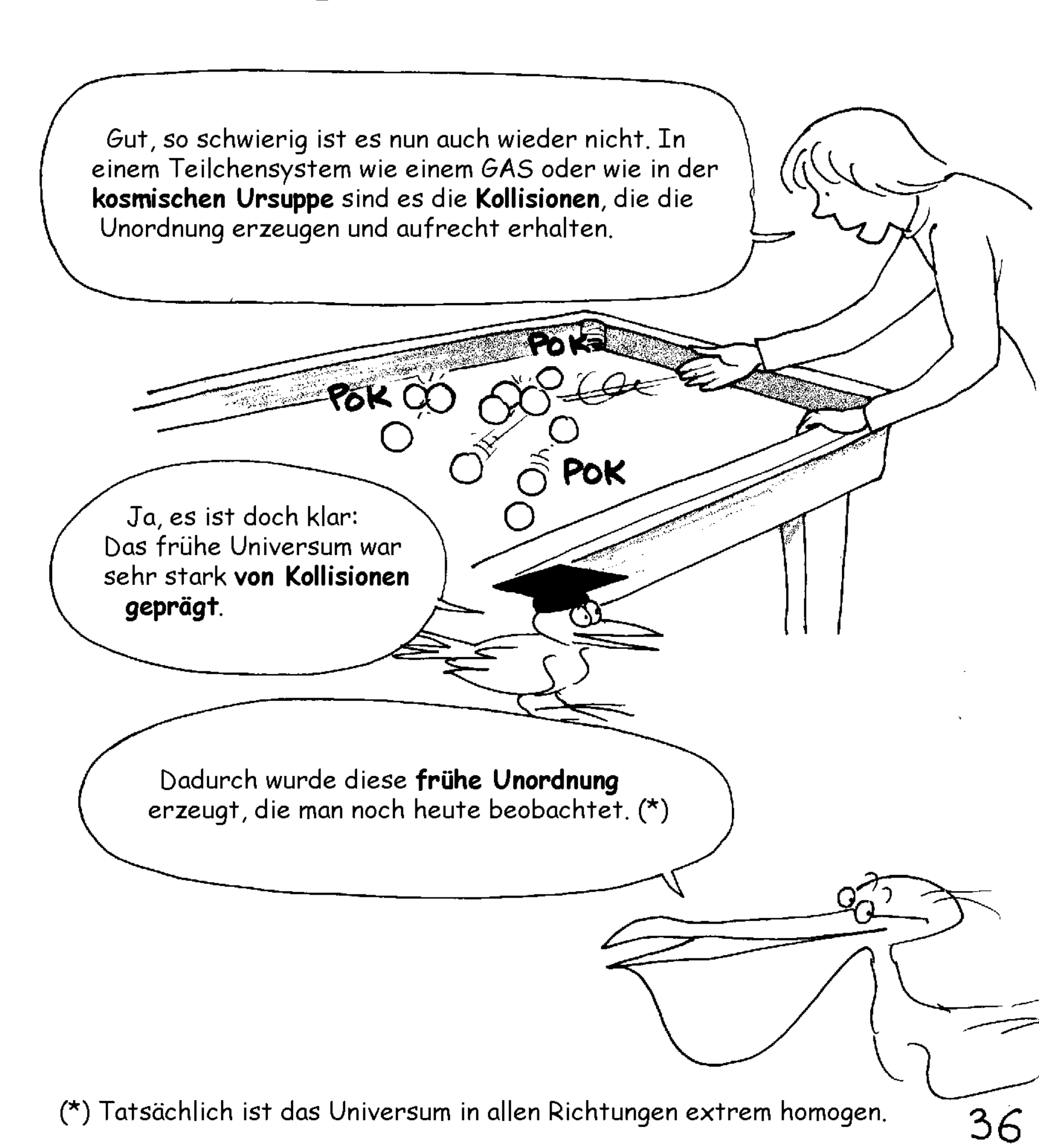
Und mir sagt keiner was...

Von diesem Paradoxon wusste ich auch nichts. Na ja, es ist auch nicht etwas, das die Wissenschaftler an der großen Glocke hängen...

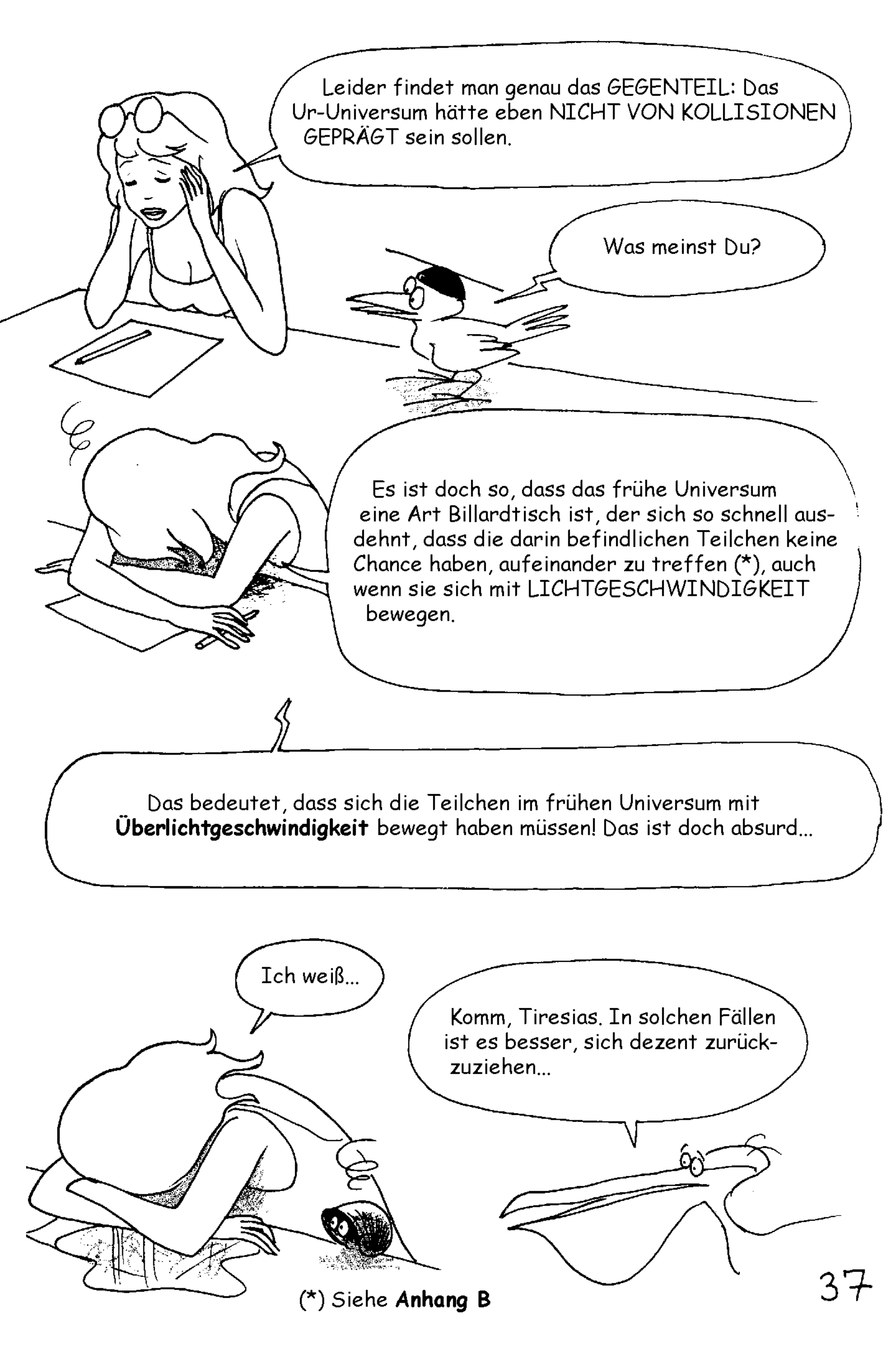
Oje, ist das peinlich...

Es ist auch nicht nur so, dass die ENTROPIE mit der Zeit gleich bleibt, sondern sie ist auch noch dazu **maximal**, da während des **Urknalls** die **Unordnung** am Größten war.

ZWEITES KOSMOLOGISCHES PARADOXON



(*) Tatsächlich ist das Universum in allen Richtungen extrem homogen.



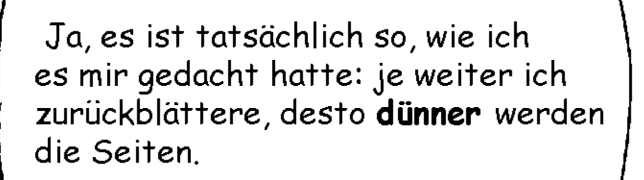
(*) Siehe **Anhang B**

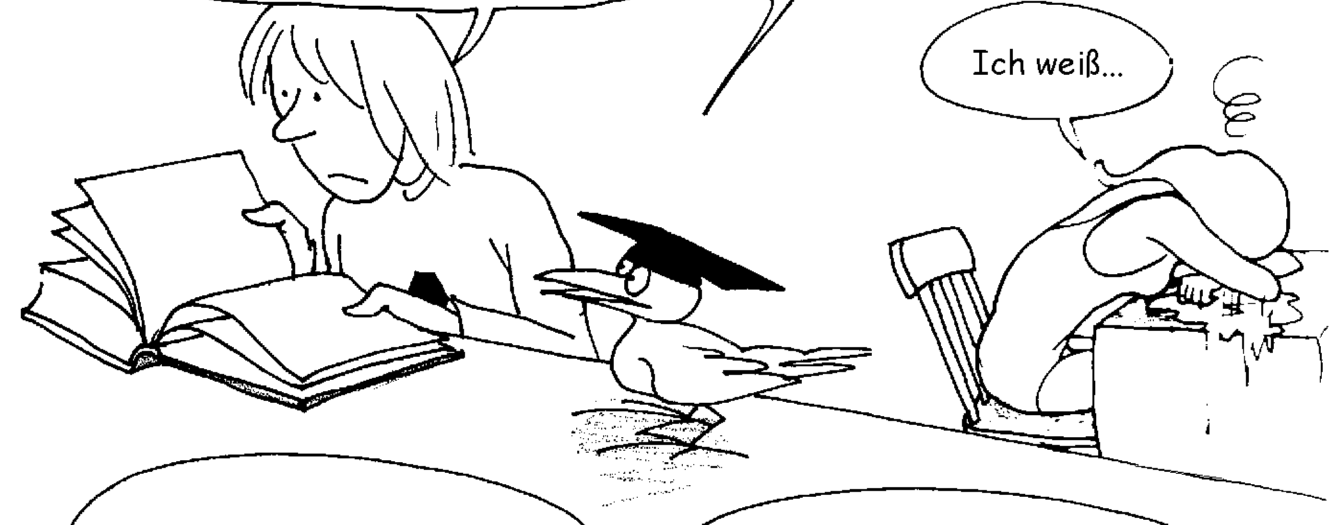

Na ja, vielleicht hat sich Gott einfach das Universum als homogen gedacht, nicht wahr?
O je, wenn die Wissenschaft auf die Hilfe Gottes angewiesen ist, dann hat sie aber ein richtiges Problem! ...
Das ist ja seltsam... In diesen Comics lief doch bisher alles ziemlich glatt, aber diesmal scheint alles schief zu gehen...
Es ist bestimmt eine gute Idee, sich **das ganz frühe Universum** genauer anzuschauen.
Vielleicht finden wir dort des Rätsels Lösung?
Wir können ja versuchen, das **Große Buch des Universums** bis zur ersten Seite rückwärts zu lesen.
Du meinst, bis zum Vorwort, da wo der Autor erklärt, was sein Ziel ist?

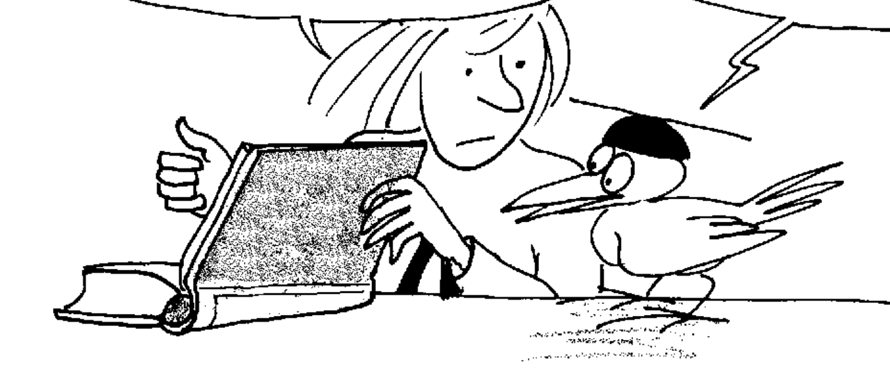


(*) Die **Temperatur** eines Gases ist nichts Anderes als ein Maß für die mittlere kinetische Energie (1/2 m v2) der thermischen Bewegung der Teilchen, vgl. **Warum kann ich nicht fliegen?**

(**) Siehe **Alles ist relativ**


Ja, es ist tatsächlich so, wie ich es mir gedacht hatte: je weiter ich zurückblättere, desto **dünner** werden die Seiten.

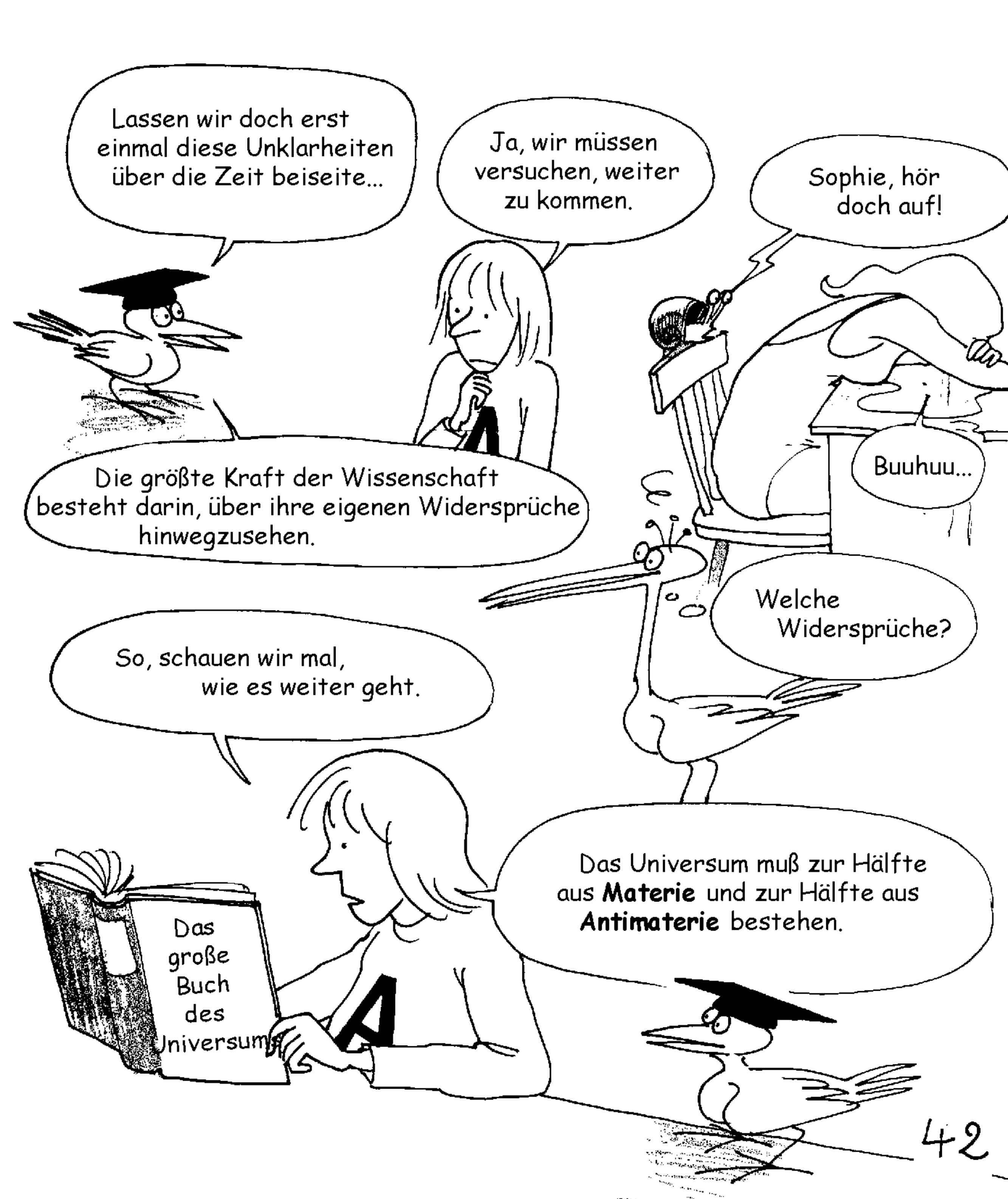

Eigentlich müsste man unendlich viele Seiten hinter sich bringen, um den **Anfang aller Dinge** zu erreichen.
Ich weiß...


Aber was bedeutet dann diese letzte Zeitspanne von einer Hundertstel Sekunde, die uns von t = 0 trennt?
Ich glaube, dass sie eigentlich nicht viel zu bedeuten hat. Es handelt sich eher um ein bloßes **Gedankenspiel**.


Ihr meint, es wäre **physikalisch** unmöglich, bis zum **Anfang der Zeit** zurückzukehren und geschweige denn, ihn zu durchbrechen?


Ja klar, denn man bräuchte ein aus normaler Materie bestehendes Raumschiff (sowie einen Beobachter), um diese gefürchteten raumzeitlichen Gewässer zu befahren.
Und in der Nähe von t = 0 bewegt sich alles, was existiert, mit Lichtgeschwindigkeit!
Aber... was ist das für eine Sache, die man sich vorgestellt hat, die man aber physikalisch nicht untersuchen kann?
Ich glaube, dieser sog. **Urknall** ist lediglich eine Fantasie der Wissenschaftler.
Kurzum: Den aktuellen Modellen nach wäre das Universum aus einem **sinnlosen** Augenblick heraus geboren. Keiner weiß, warum es sich in solch einem **Chaos** befand, oder warum dieser Zustand andauerte. Da seine Entwicklung dann isentropisch abgelaufen ist, bleibt es ein völliges Rätsel, warum Zeit überhaupt vergangen ist.
6, setzen!

DRITTES KOSMOLOGISCHES PARADOXON



Nach dem Engländer **Dirac** besteht das, was wir **Vakuum** nennen, aus einer engen Mischung aus Materie und Antimaterie.

Photonen sind dann Schwingungen, welche dieses räumliche Mosaik in Bewegung versetzen. (*)

Wenn zwei solche Schwingungen stark genug sind und aufeinander treffen, lockern sie einen Mosaikstein. Der befreite Mosaikstein entspricht der Materie und das Loch, das er hinterlässt, der Antimaterie.

CLOP!

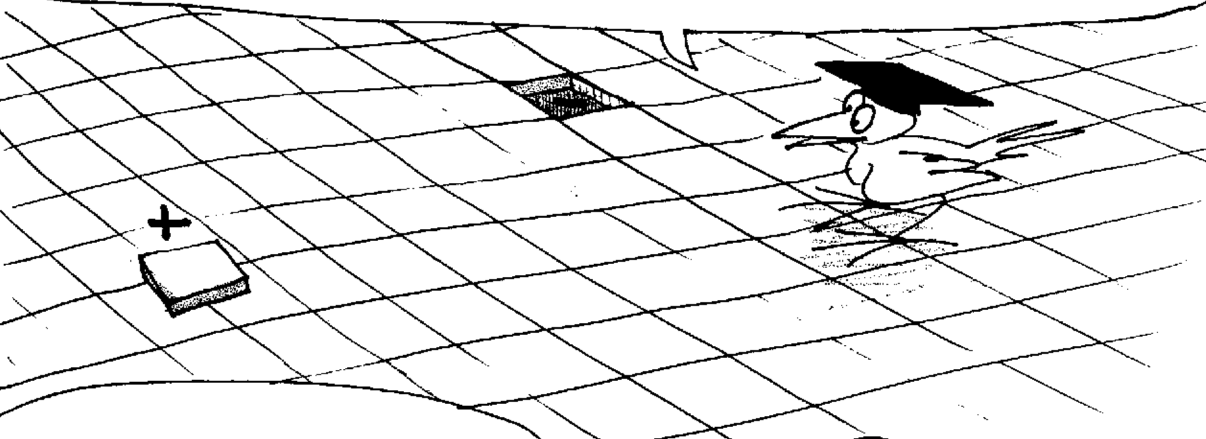
Der Mosaikstein kann sich dann frei bewegen, aber auch das Loch, indem es die benachbarten Mosaiksteine verrückt, wie an einem **Zauberwürfel**.

(*) Siehe **Der Urknall**

Im Augenblick des **Urknalls** waren die Schwingungen (die Temperatur) des Raumes beträchtlich. Die Mosaiksteine waren in ständiger Bewegung. Ständig lockerten sie sich und prallten in einem fantastischen Tohuwabohu aufeinander.



Als sich die Temperatur genügend gesenkt hatte (*), kamen fast alle Mosaiksteine zurück in die verfügbaren Löcher. Und zwar alle... bis auf einen von einer Milliarde. Und die Schwingungen, die den Raum durchquerten, wurden dann so schwach, dass sie nicht ausreichten, um neue Mosaiksteine zu lockern.



Aber das Risiko einer vollständigen Vernichtung blieb bestehen. Da Materie und Antimaterie gegenseitige Ladungen trugen, zogen sie sich gegenseitig stark an.



(*) D.h. nach 13 Sekunden. Die Temperatur des Universums betrug dann nur noch drei Milliarden Grad.

Nanu, es ist doch ganz einfach. Wie es Sophie soeben sagte, hat die außerordentlich schnelle Ausdehnung des Raumes diese zwei verfeindeten Geschwister getrennt und damit verhindert, dass sie sich gegenseitig zerstören.



Und das würde im Radiobereich einen solchen Lärm verursachen, dass man es im ganzen Universum hören würde.

CLONK CLONK CLONK

Fakt ist aber, dass man diese gegenseitige Vernichtung von Materienund Antimaterie nicht beobachtet.

Erschreckend...

Wenn ich richtig verstehe, ist es ein wahrhaftiges Wunder, dass wir überhaupt existieren.

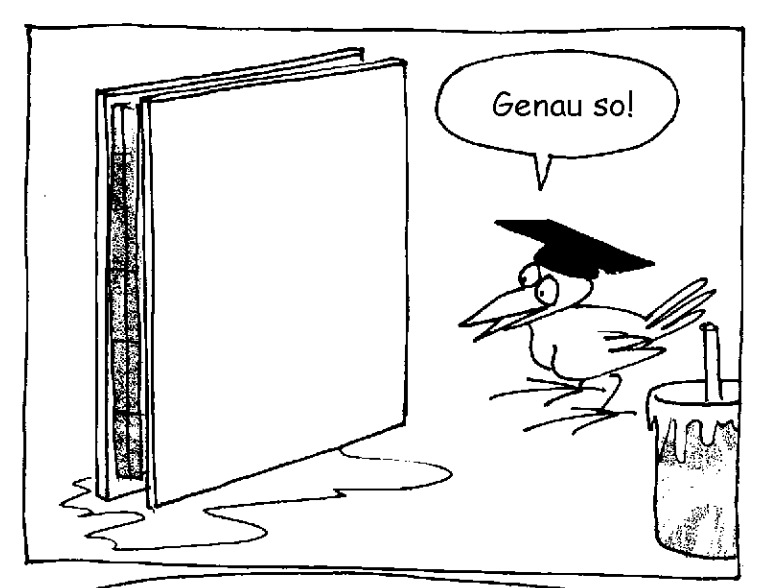
Tiresias, ich bitte Sie, treiben Sie es nicht zu weit!

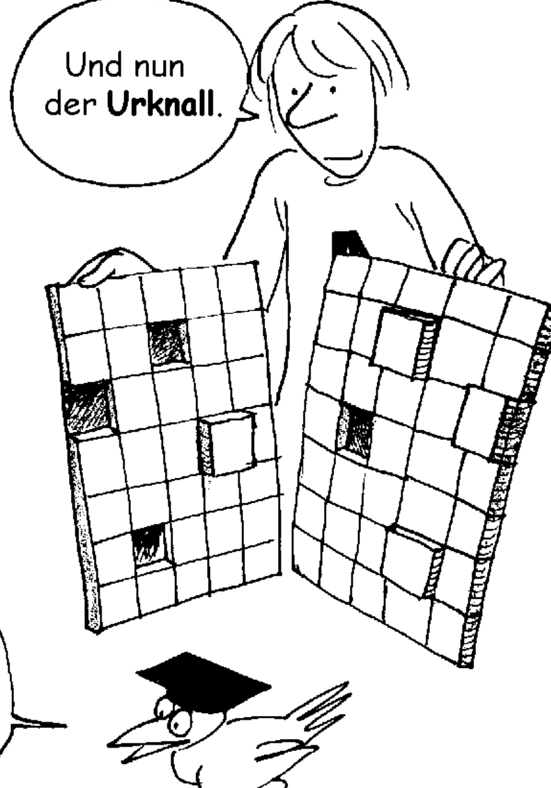
Wenn wir logisch sein wollen, müssen wir wohl annehmen, dass die Antimaterie, wenn sie sich nicht in unserem Universum befindet, eben woanders ist.

THEORIEN VON A. SAKHAROW UND VON J.-P. PETIT (*)



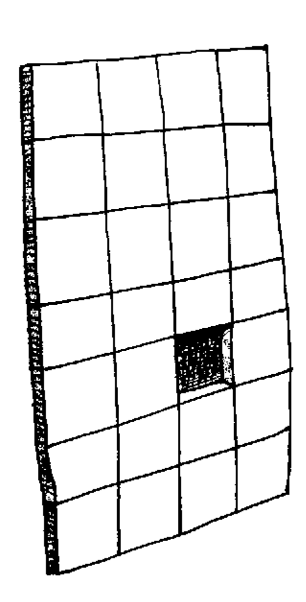
(*) Siehe : J.-P. Petit: *Univers énantiomorphes à temps propres opposés* und: *Univers en interaction avec leur image dans le miroir du temps* in: Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Bd. 284 (23. Mai 1977), Série A p. 1315 resp. Bd. 284 (6. Juni 1977) p. 1413.



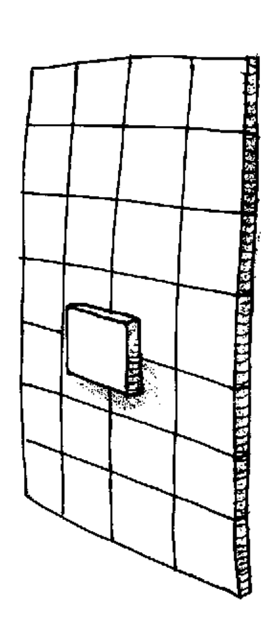


Wenn sich die zwei Universen trennen, kann es vorkommen, dass manche einige Mosaiksteine aus dem einen Universum gerissen wurden und sich nun im zweiten Universum befinden.

In jedem dieser Universen werden sich die überschüssigen Fliesen in freie Löcher verkriechen. Wenn die Situation in beiden Universen symmetrisch ist, wird die ursprüngliche Parität wiederherstellt.

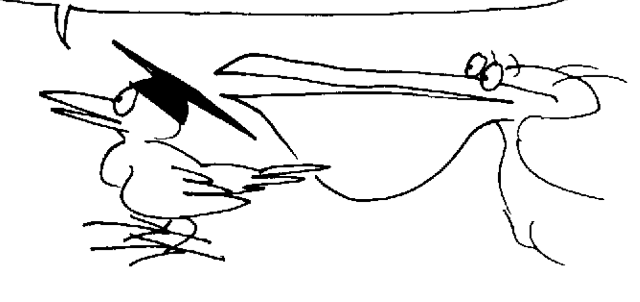


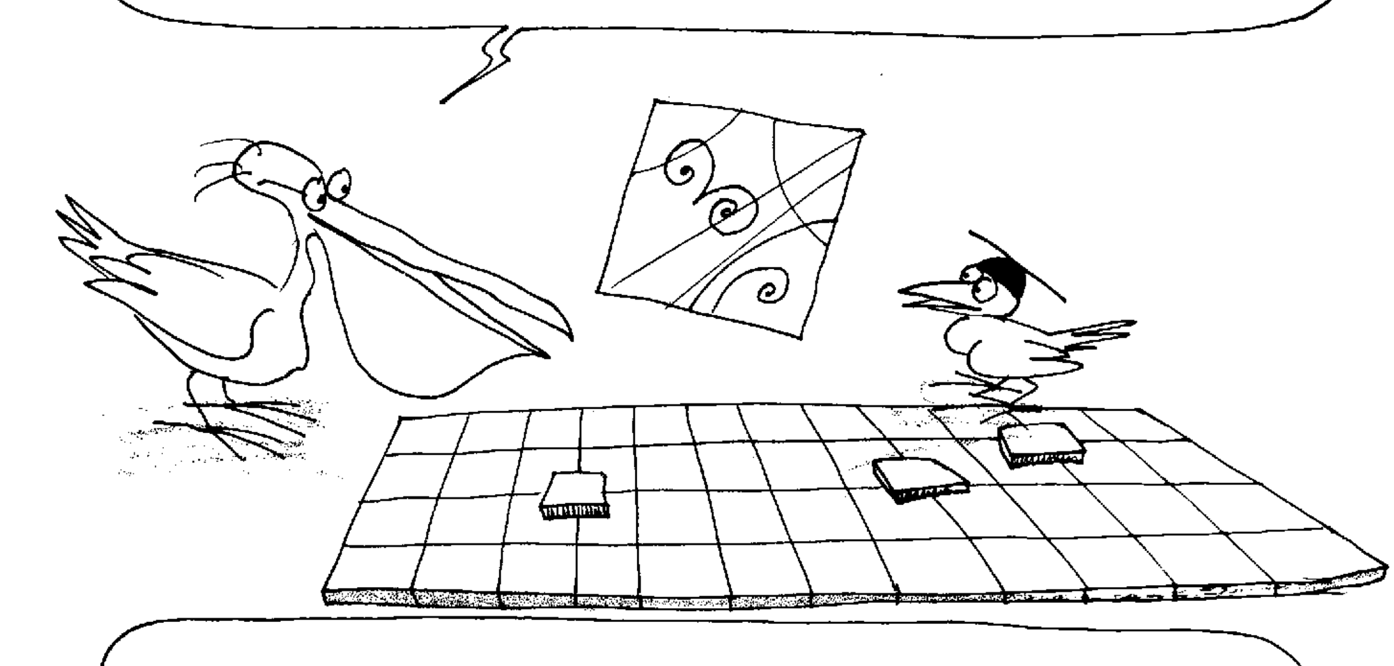
Anti-Universum
(Antimaterie)

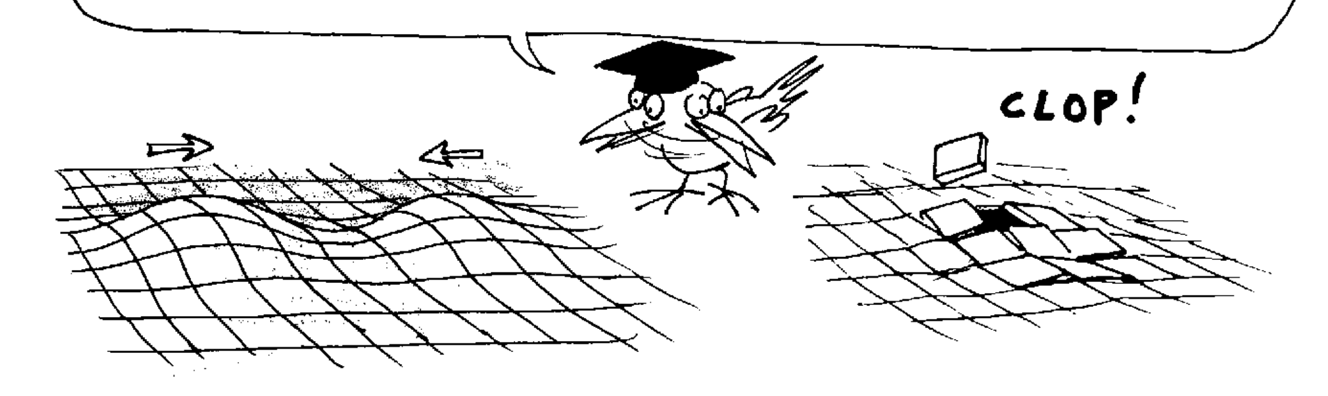


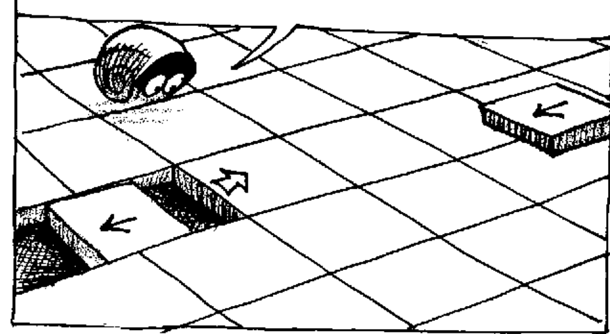
Universum
(Materie)

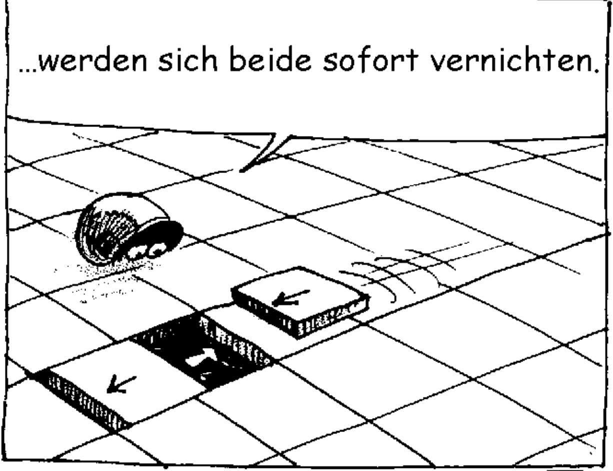
Wenn aber ein **Symmetriebruch** stattfindet, wird es in dem einen Universum einen Materie-Überschuß und im Anderen einen Antimaterie-Überschuß geben. Materie und Antimaterie können sich nicht mehr gegenseitig vollständig vernichten.




Aber... was entspricht der Antimaterie, die kurze Zeit nach Diracs Entdeckung in den kosmischen Strahlen tatsächlich nachgewiesen wurde, oder die man in Laboratorien herstellen kann?


Nichts hindert uns daran, in unseren großen Teilchenbeschleunigern sehr starke Energiekonzentrationen zu erzeugen. Damit können wir einen neuen Mosaikstein lockern und ein **Paar** aus Materie und Antimaterie herstellen.
CLOP!


Aber wenn Du nicht aufpasst und diese Antimaterie nicht fern von jeglicher Materie aufhältst...


...werden sich beide sofort vernichten.

Andreii Sakharow hat sich dieser Idee der Zwillings-Universen bedient, um die anscheinende Abwesenheit von Antimaterie auf unserer „Seite" des Universums zu erklären.

Anti-Universum

Universum

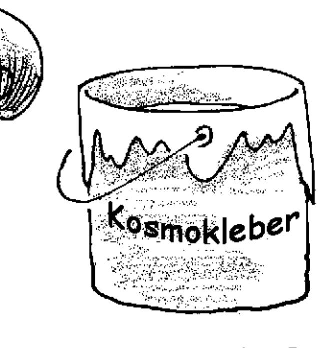
Beide **Zwillings-Universen** zeigen umgekehrte Paritäten (**Links-Rechts** Symmetriebruch).

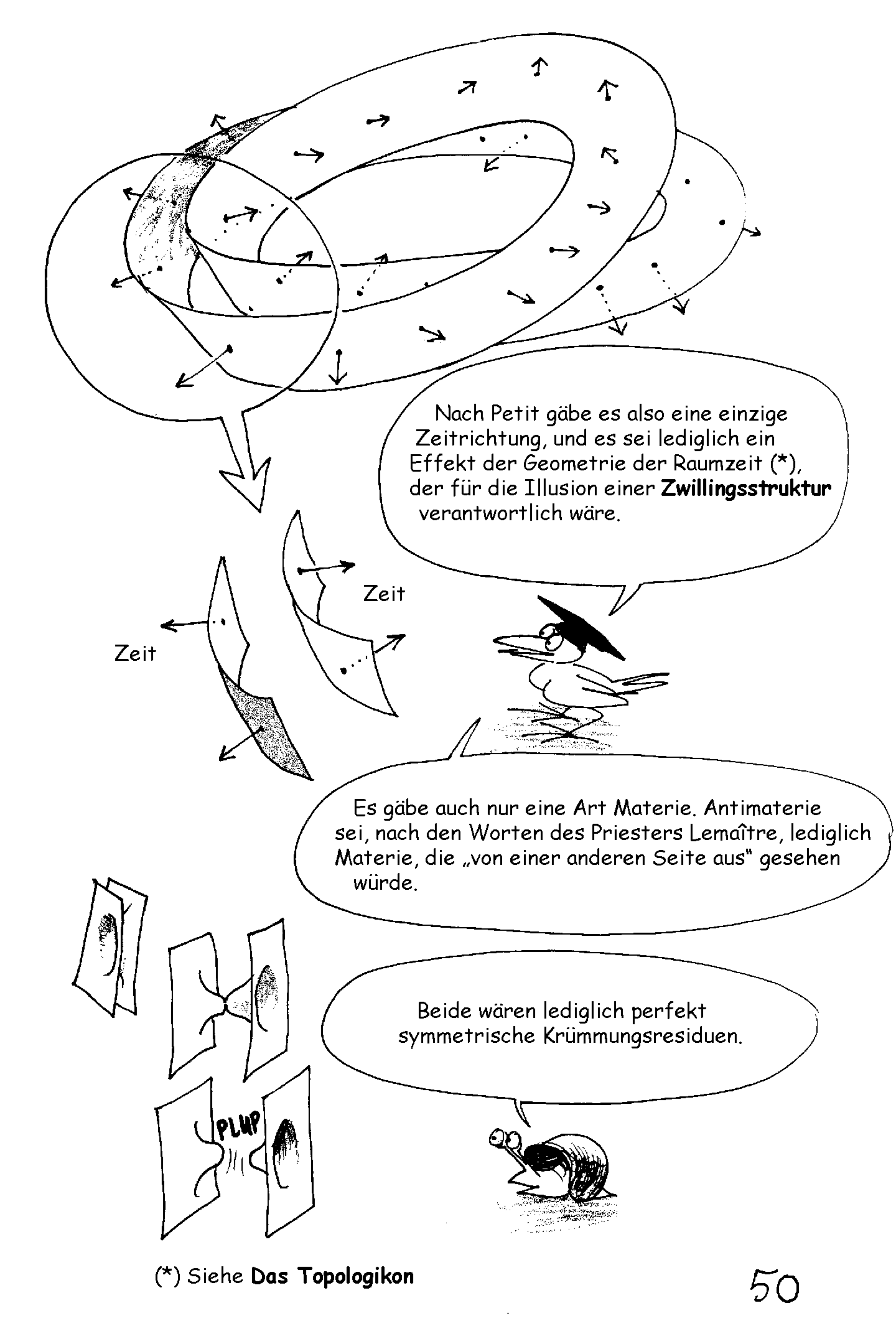
Zeit

Zeit

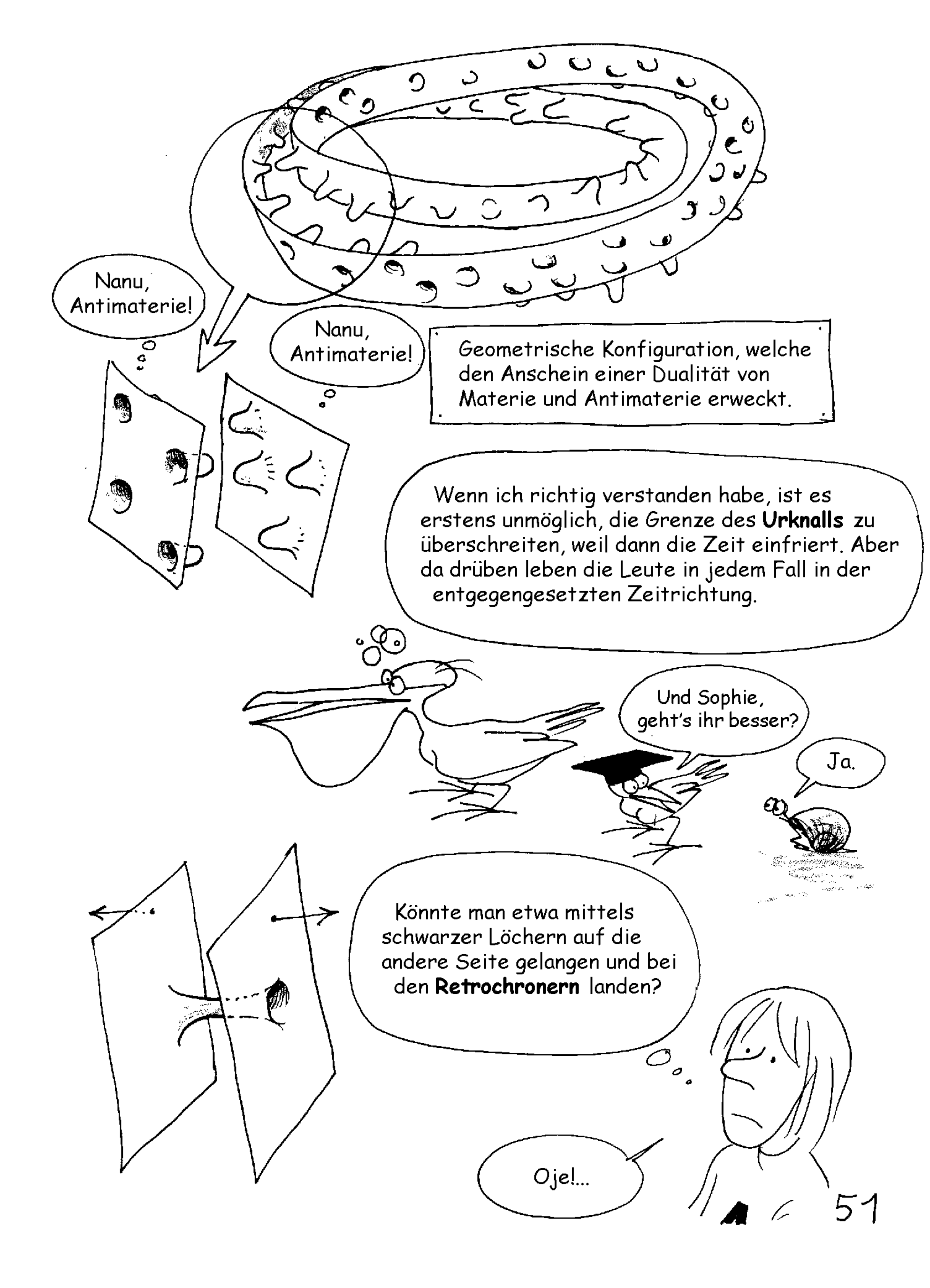
Darüber hinaus zeigen sie gegenseitige **Zeitrichtungen**, die Zukunft des einen Universums liegt in der Vergangenheit des Anderen.

Unabhängig davon ist Jean-Pierre Petit 1977 einem ähnlichen Gedankengang gefolgt. Allerdings dachte er, dass es ursprünglich nur ein einziges Universum gab, das längs auf sich selbst geklebt war und ein „in sich verschlungenes, dreidimensionales Möbius-Band" bildete.



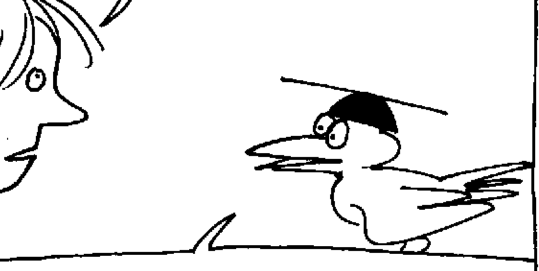


(*) Siehe **Das Topologikon**


Nanu, Antimaterie!
Nanu, Antimaterie!
Geometrische Konfiguration, welche den Anschein einer Dualität von Materie und Antimaterie erweckt.
Wenn ich richtig verstanden habe, ist es erstens unmöglich, die Grenze des **Urknalls** zu überschreiten, weil dann die Zeit einfriert. Aber da drüben leben die Leute in jedem Fall in der entgegengesetzten Zeitrichtung.
Und Sophie, geht's ihr besser?
Ja.
Könnte man etwa mittels schwarzer Löchern auf die andere Seite gelangen und bei den **Retrochronern** landen?
Oje!...

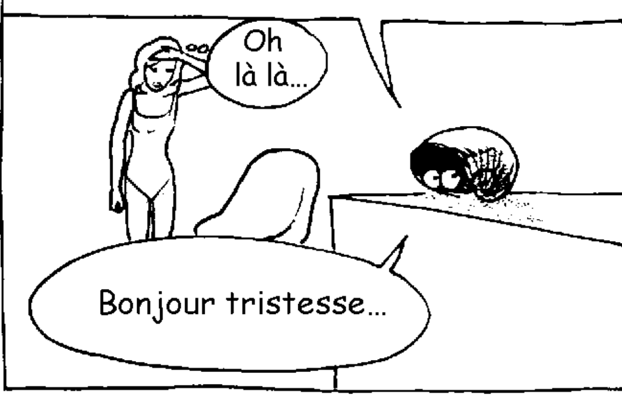
DIACHRON UND RETROCHRON

Sollten wir eines Tages Retrochroner treffen, was könnten wir ihnen sagen?

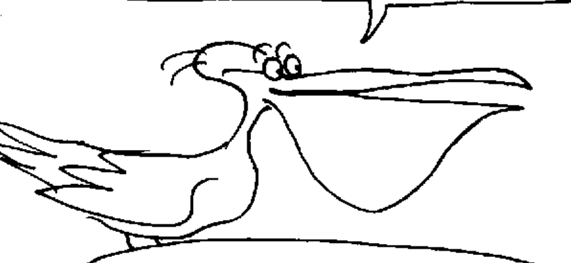


„Tschüß", nehme ich an, da sie in ihrer **eigenen Zeit** weggehen.

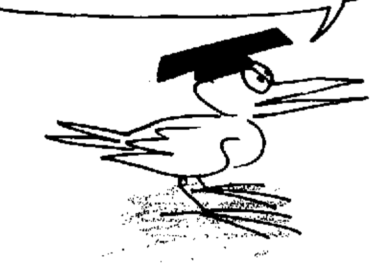
Was für ein Gespräch! Sie würden von vorneherein alles wissen, was man ihnen eigentlich sagen würde, während sie alles davon ignorieren würden, was man soeben gesagt hat.



Wirtschaftlich wäre das immerhin sehr interessant. Sie würden unsere Abfälle sehr schätzen, um daraus Rohstoffe herzustellen.

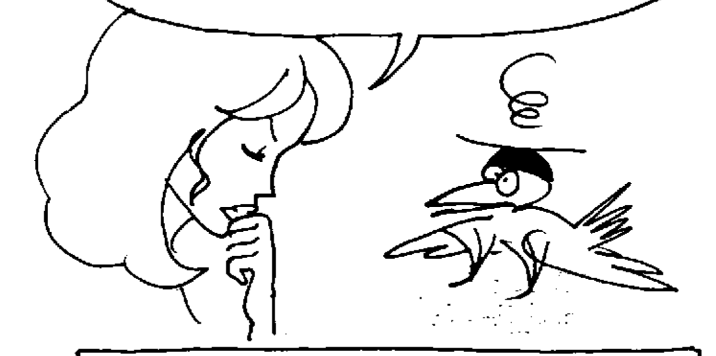


Anselm fragte sich, wie man mit den Retrochronern kommunizieren könnte.



Verzeiht mir... Ich habe den Faden etwas verloren... Wo waren wir?



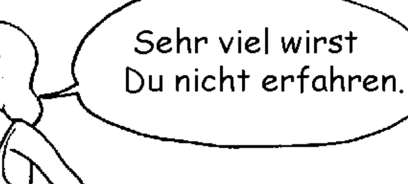

Hmm, es scheint sehr schwierig zu sein, denn wenn wir ihnen eine Nachricht schicken und sie empfangen sie, so versenden sie diese doch in ihrer eigenen Zeit.

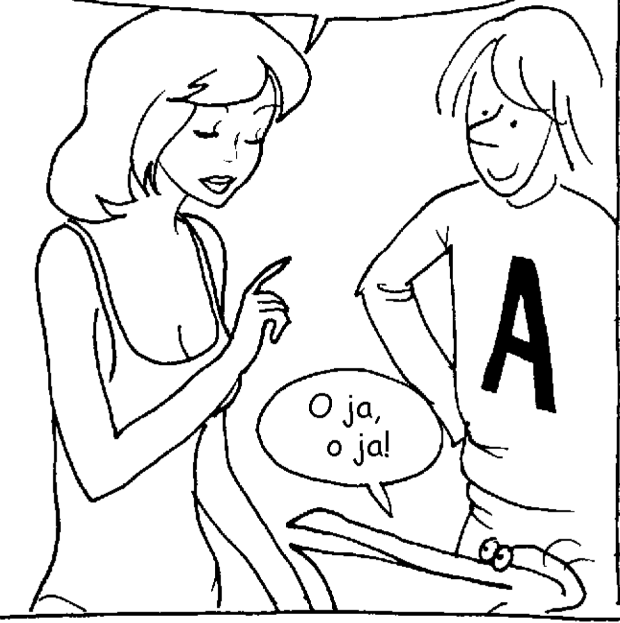

Mit diesen Leuten wäre jegliches Gespräch unmöglich?


Na ja, es existiert ja immer jemand, mit dem man keine Information austauschen kann.
Wer?

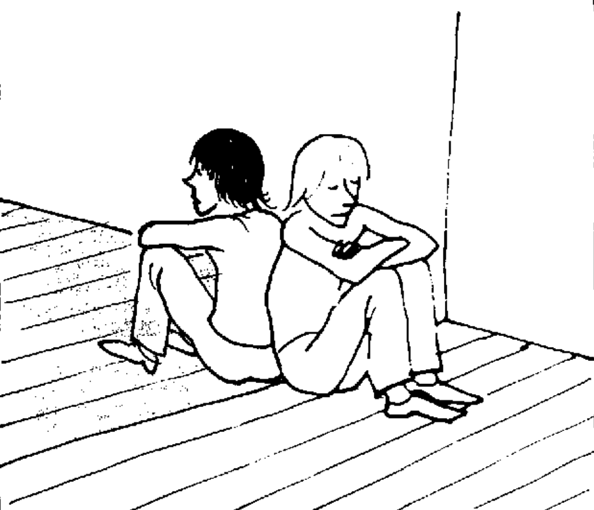

Man selbst!
!!!


Versuch mal, Dir selbst eine Nachricht mittels eines Spiegels zu schicken.

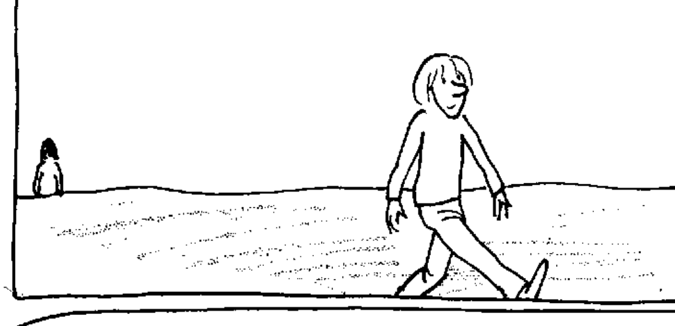

Sehr viel wirst Du nicht erfahren.
Aber... wie ist das denn für das Universum?



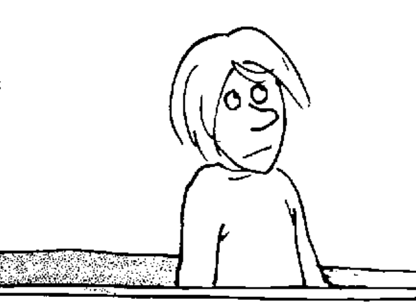
Es waren ein Mal zwei Jungen, welche ihre ganze Zeit aneinandergelehnt wie zwei Buchstützen miteinander verbrachten.



Sie bewohnten das selbe Haus und waren unmittelbare Nachbarn. Eines Tages ging jeder von ihnen gerade aus, der Dunkelhaarige gen Westen, der Blonde gen Osten.



Der Blonde dachte: „Wenn die Welt rund ist und man immer geradeaus geht, so sollten wir uns bei einer Umrundung auf halber Strecke treffen."



Die Reise dauerte unvorstellbar lange. Der Blonde fürchtete, dass er nicht lange genug leben würde, um deren Ende zu erleben.





Als er sich nach der Hälfte der Umrundung am Ende der Welt war, hatte er unter strenger Kälte zu leiden, denn er hatte ja all sein Haar verloren. Vergebens wartete er auf seinen Freund.







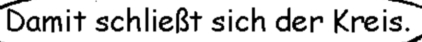
Er vermisste seinen Korkenzieher sehr. Aber eines Tages, als er sich am Rande eines Brunnens stärkte, sprang plötzlich ein Korkenzieher aus diesem.

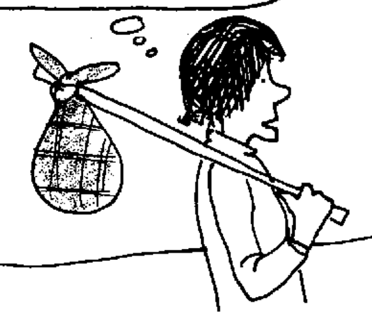


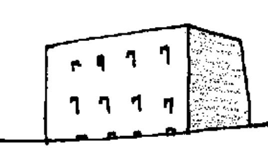
Aber trotz all seiner Anstrengungen gelang es ihm nicht, ihn zu benutzen.



Am Ende erblickte er wieder das Haus, das er vor so langer Zeit verlassen hatte.







Er ging die Treppe hinauf und traf...



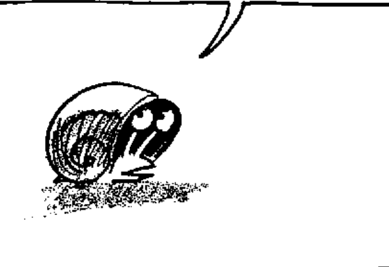
...einen blonden Jungen...





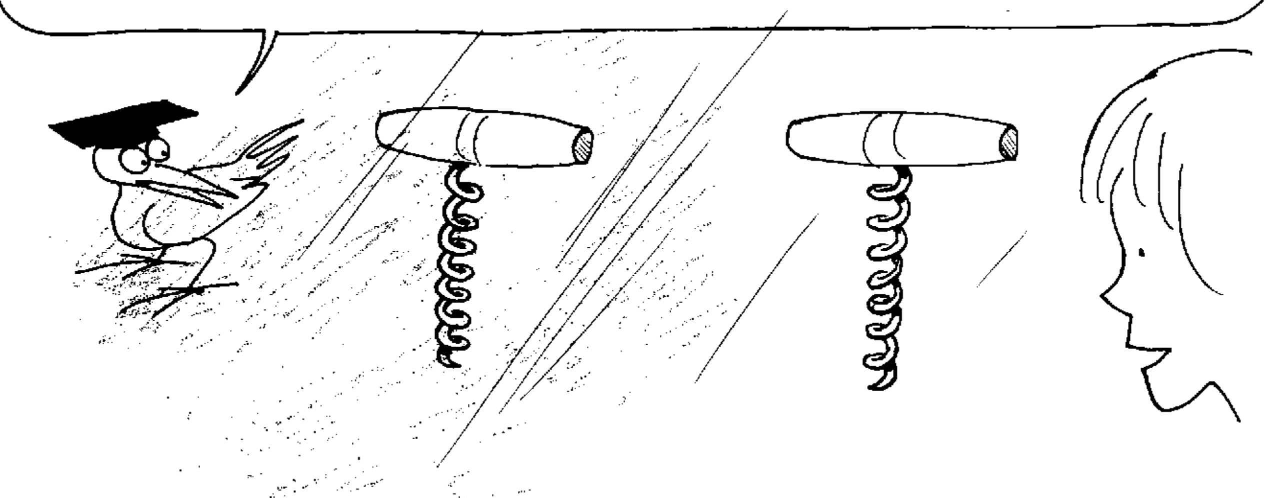


Ich glaube, ich habe verstanden. Eigentlich lehnen sie sich nicht aneinander. Es gibt eine Art **raumzeitlicher Spiegel**.



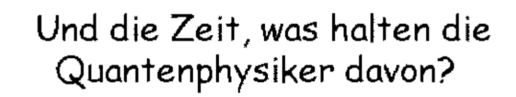
Aber... was hat das mit dem Korkenzieher zu tun? Und mit den Brunnen?

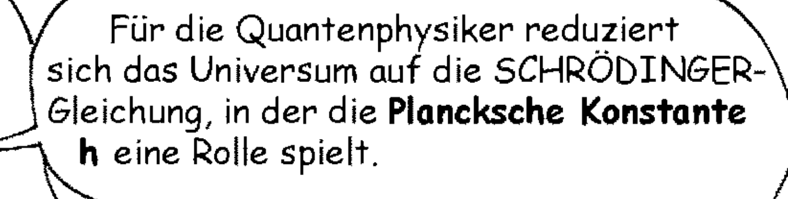
Ich glaube, dass der erste Brunnen ein **schwarzes Loch** war, und der zweite eine **weiße Quelle**. Ich denke, er konnte seine Flasche deswegen nicht öffnen, weil der Korkenzieher **enantiomorph** geworden war: Er wurde in sein Spiegelbild verkehrt. (*)



(*) Siehe **Das schwarze Loch**, Seite 61.

ZEIT UND QUANTEN-MECHANIK





Alle **Ereignisse** im Universum sind Lösungen dieser Gleichung.

Das nenne ich eine Theorie, die zu Allem eine Antwort hat!



Mit dieser Gleichung ist eine charakteristische Zeit verbunden, die sog. **Plancksche Zeit** (*), die 0,53 10^{-43} Sekunden beträgt. Anhand der Schrödinger-Gleichung ist es prinzipiell unmöglich, ein Ereignis zu beschreiben, dessen Dauer die Plancksche Zeit t_P unterschreitet.



(*) Siehe **Anhang D**



(*) Siehe **1000 Milliarden Sonnen**



Das Wellenpaket, das ein **Materie**-Teilchen darstellt, behält zu jeder Zeit die selbe **Wellenlänge**.

Das **Photon** folgt der Ausdehnung des Universums.

(*) h = Plancksche Konstante, c = Lichtgeschwindigkeit



(*) Siehe **Der Urknall**

DIE AUSDEHNUNG DES UNIVERSUMS



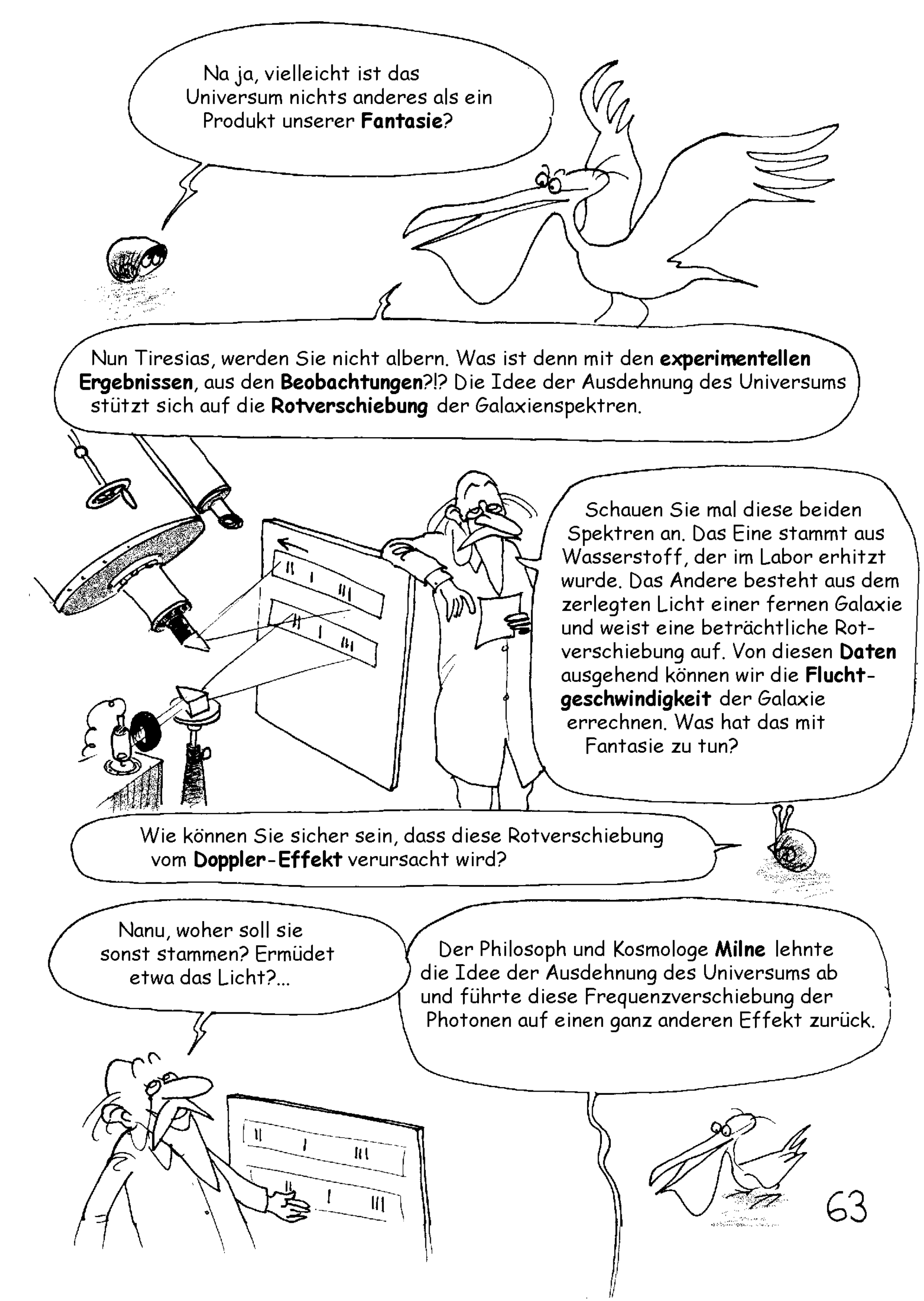
Wenn ich richtig verstehe, geht die **Ausdehnung des Universums** mit der Zunahme des Raumes einher, der von den allerersten Photonen besetzt wurde, welche die **kosmologische Hintergrundstrahlung** bilden. Folglich sollte sich das Universum **überall** ausdehnen.

Nun, nach Meinung der Astrophysiker dehnen sich weder das Sonnensystem noch die fernen Galaxien oder gar die Galaxienhaufen aus. **Worin zeigt sich sich also die Ausdehnung?!**

Na, Sophie?

Hmm...

Sagt mal, die theoretische Kosmologie ist doch eine ernste Sache, oder?

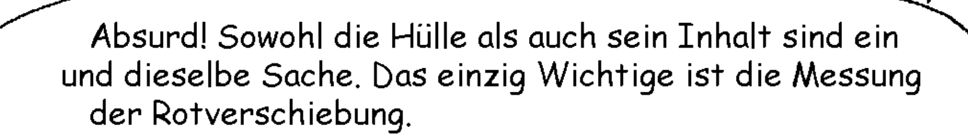

Na ja, vielleicht ist das Universum nichts anderes als ein Produkt unserer **Fantasie**?
Nun Tiresias, werden Sie nicht albern. Was ist denn mit den **experimentellen Ergebnissen**, aus den **Beobachtungen**?!? Die Idee der Ausdehnung des Universums stützt sich auf die **Rotverschiebung** der Galaxienspektren.
Schauen Sie mal diese beiden Spektren an. Das Eine stammt aus Wasserstoff, der im Labor erhitzt wurde. Das Andere besteht aus dem zerlegten Licht einer fernen Galaxie und weist eine beträchtliche Rotverschiebung auf. Von diesen **Daten** ausgehend können wir die **Fluchtgeschwindigkeit** der Galaxie errechnen. Was hat das mit Fantasie zu tun?
Wie können Sie sicher sein, dass diese Rotverschiebung vom **Doppler-Effekt** verursacht wird?
Nanu, woher soll sie sonst stammen? Ermüdet etwa das Licht?...
Der Philosoph und Kosmologe **Milne** lehnte die Idee der Ausdehnung des Universums ab und führte diese Frequenzverschiebung der Photonen auf einen ganz anderen Effekt zurück.

Die Energie eines Photons lautet hv, wo h die Plancksche Konstante und v die Frequenz ist. Milne sagte: Nehmen wir an, die Energie eines Photons sei konstant, aber h nähme mit der Zeit zu. Dann würde man ohne Doppler-Effekt und ohne Ausdehnung auch eine kleinere Frequenz v messen.



Gut, kehren wir also zu einem expandierenden Universum zurück. Aber in Beziehung zu **was** dehnt es sich aus?

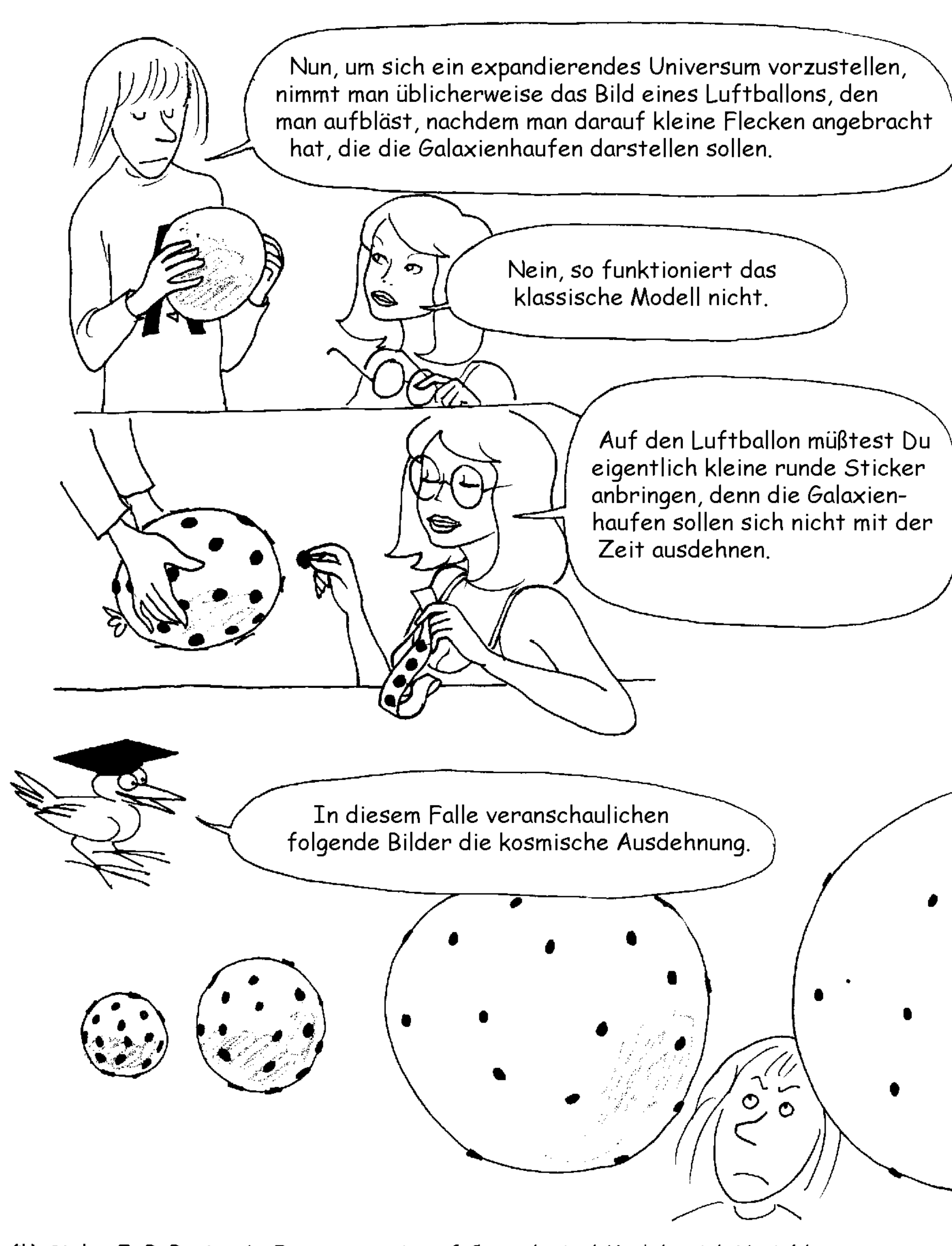




Für Objekte, die Milliarden Lichtjahre entfernt sind, können wir eh nicht vor Ort messen. Wir müssen lediglich ein **Darstellungssystem** entwerfen, das mit den Beobachtungen im Einklang steht. In der Wissenschaft tut man nichts anderes, als **den Schein zu wahren**.

(*) Wörtlich: „Der Ort, wo sich das Universum befindet."

EICHMODELLE (*)



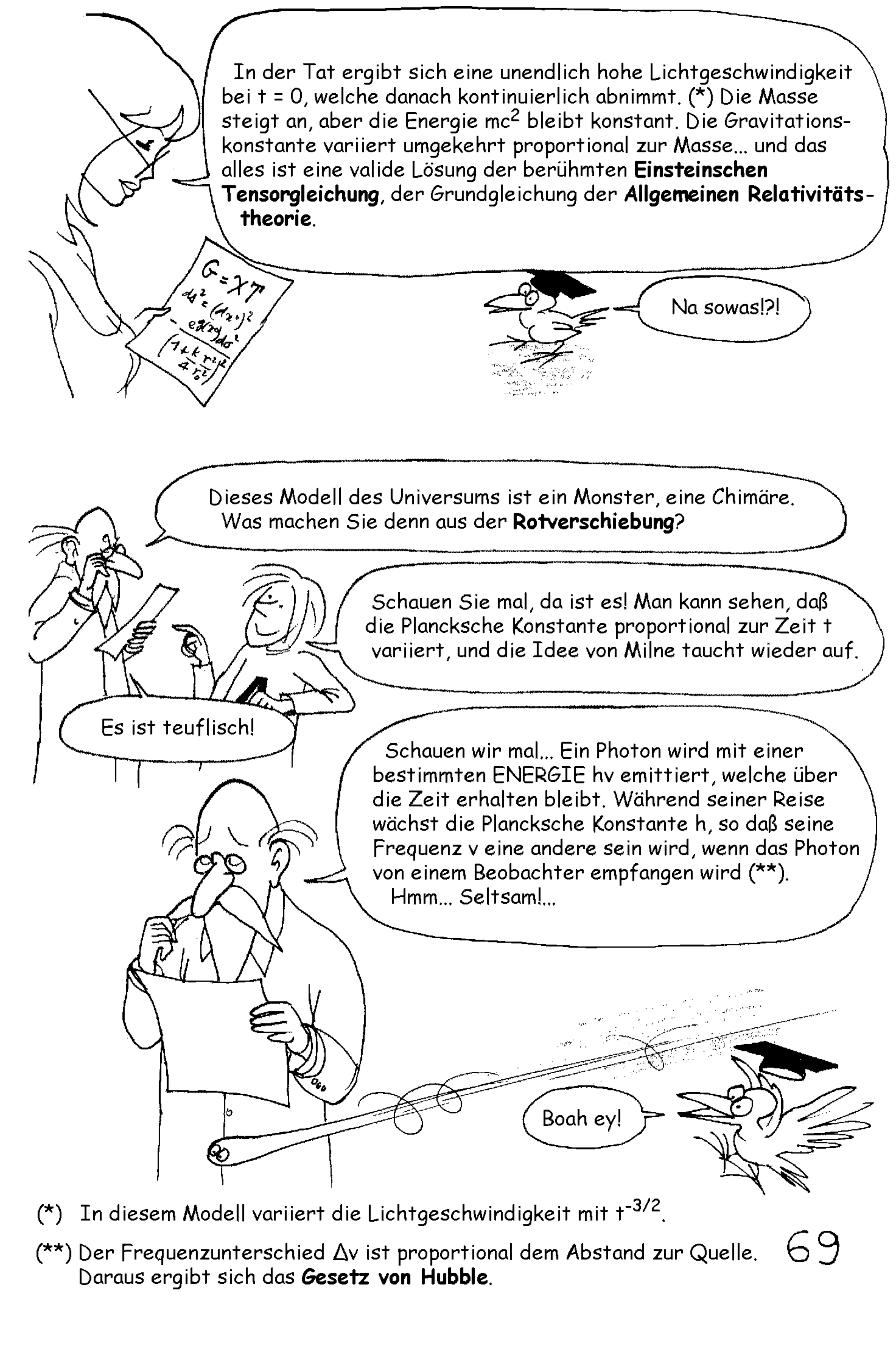
(*) Siehe J.-P. Petit: *An Interpretation of Cosmological Models with Variable Light Velocity*, in: Modern Physics Letters A Vol. 3 n°16 (1988), S. 1527-1532 und J.-P. Petit: *Cosmological Models with Variable Light Velocity. The Interpretation of Redshifts*, in: Modern Physics Letters A Vol. 3 n°18 (1988), S. 1733-1744


Warum aber dehnen sich alle im Universum befindlichen Objekte nicht mit ihm aus, ob Galaxien, Sonnensysteme oder Elementarteilchen?
Mein junger Freund, die Größe dieser Objekte wird doch durch ein Reihe von Naturkonstanten bestimmt: Es sind die Gravitationskonstante G, die Plancksche Konstante h, die Protonenmasse m und die Lichtgeschwindigkeit c.
All das ist doch gut bekannt, wissen Sie...
Aber warum sollen denn G, h, m, c unveränderlich bleiben?
Aber... weil sie Konstanten sind!
Nun ja, sicher nicht von einem Tag zum Nächsten. Aber warum sollten die Größen seit Milliarden Jahren ihre Werte nicht geändert haben?
Ich nehme an, daß die Lichtgeschwindigkeit c wegen der Allgemeinen Relativitätstheorie konstant sein soll...
Das steht aber nirgendwo geschrieben...
Wirklich?...



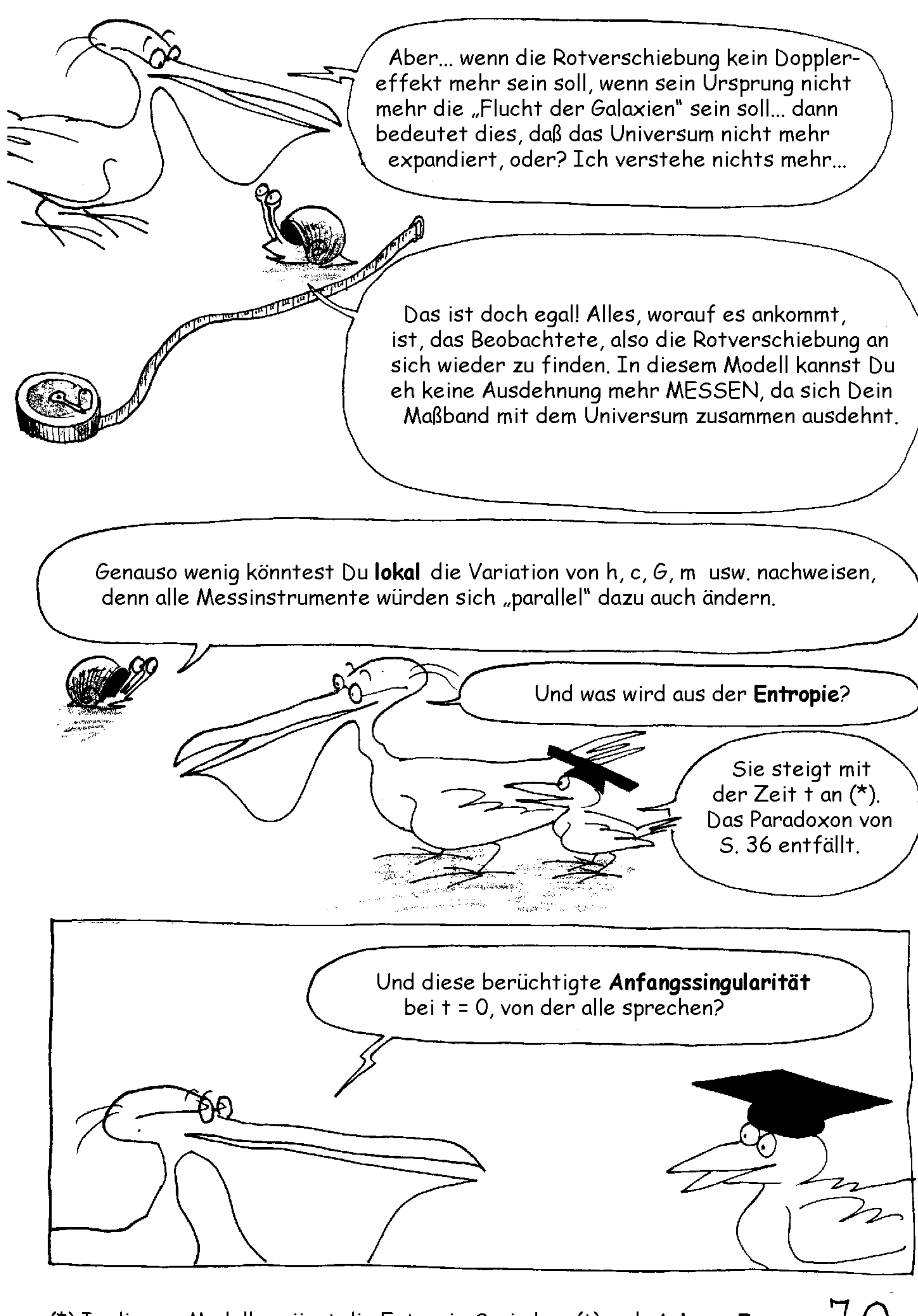
(*) Siehe **Kosmische Geschichten**, S. 26


Vorsicht, nicht so schnell! Es wurde doch gezeigt, dass Widersprüche zu Beobachtungen die Folge wären, wenn man bestimmte Naturkonstanten antasten würde!
Ja, aber wenn man davon ausgeht, dass **alle** Naturkonstanten variieren, einschließlich der **Lichtgeschwindigkeit**?
Die Licht-geschwindigkeit!?
Wenn Du alle Naturkonstanten als Funktion der Zeit variieren läßt, wenn Du ihnen ihre „Freiheit" zurück gibst, dann mußt Du auch genauso viele Naturgesetze erfinden, damit das gesamte Gebäude der Physik weiterhin stehen bleiben kann.
SUPER-RELATIVITÄT
Ich hab´s! Man muß nur die **Energieerhaltung** postulieren und nicht mehr die Massenerhaltung und annehmen, daß sich die im Universum befindlichen Objekte **mit ihm ausdehnen**.
Alle Objekte, d.h. die Galaxien, das Sonnensystem, die schwarzen Löcher aber auch die Protonen oder die Neutronen.
Die Objekte sind nun auf den Ballon *gezeichnet*.



(*) In diesem Modell variiert die Lichtgeschwindigkeit mit $t^{-3/2}$.

(**) Der Frequenzunterschied Δv ist proportional dem Abstand zur Quelle. Daraus ergibt sich das ***Gesetz von Hubble***.



(*) In diesem Modell variiert die Entropie S wie Log (t), vgl. **Anhang F**.



(*) So bezeichnet man in der Psychiatrie Leute, die sich weigern, mit Anderen zu kommunizieren.

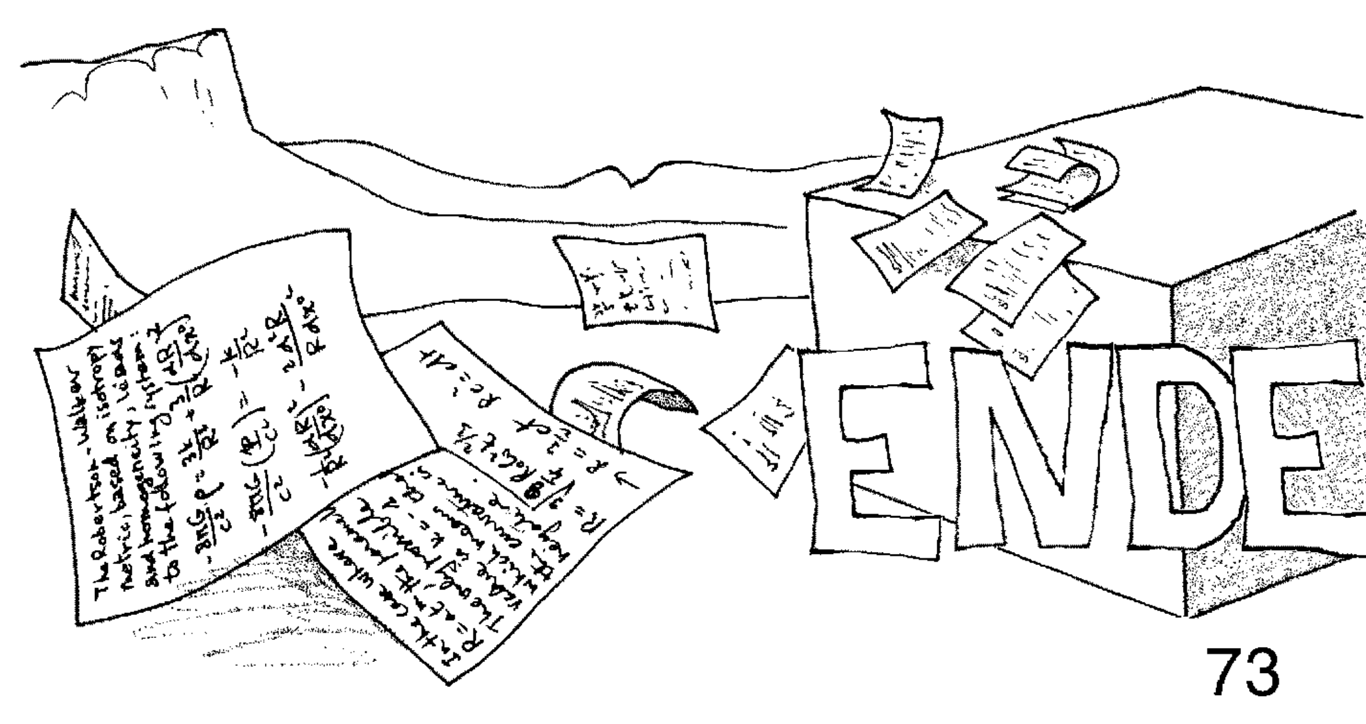


(*) Siehe **Anhang F**.

Wie denn da oben?

Naja, er hat gesehen, daß gerade gute Thermik herrscht. Also hat er seinen Drachen geholt und ist mit den zwei Anderen davon geflogen. Er hat gesagt, sie wären heute Abend zurück.

Eines Tages werde ich auch fliegen. Das ist ja ungerecht! ...





Die moderne Wissenschaft hat den Ruf, aus schrecklich komplizierten Gleichungen zu bestehen, die nur eine ganz kleine Anzahl von Superhirnen verstehen kann. Dabei sind die Grundideen immer sehr einfach und sehr oft kann man sie mit sehr einfachen Mitteln durchaus korrekt veranschaulichen.

Die folgenden Seiten sind Beispiele dafür.

Anhang A

Oder: Wie kann man in drei Zeilen die Gesetze herleiten, die die Entwicklung des Universums beschreiben.

Stellen wir uns das Universum als einen homogenen Staubklumpen mit dem Radius R und der Masse M vor. Betrachten wir nun ein an seiner Oberfläche befindliches Staubkorn mit der Masse m. Man kann zeigen, daß die auf dieses Staubkorn wirkende Kraft dieselbe ist, als wäre die ganze Masse M im Zentrum O des Staubklumpens konzentriert, d.h. $F = -GMm/R^2$. Wenden wir die Grundgleichung der Mechanik $F = m\gamma$ an. Es gilt: $-mR'' = GMm/R^2$, oder: $\mathbf{R^2R'' + GM = 0}$, d.h. die berühmte **Friedman-Gleichung**. Wir wollen eine der drei Lösungen dieser Differentialgleichung herleiten. Hierzu geben wir der Funktion R(t) die Form a.tb, wobei a und b die zu bestimmenden Konstanten sind.

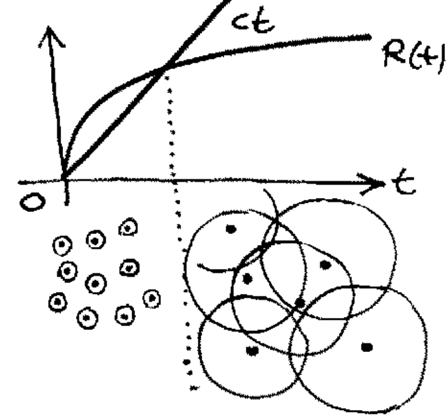
$R = a.t^b \Rightarrow R' = a.b.t^{b-1} \Rightarrow R'' = a.b.(b-1).t^{b-2}$. Das Einsetzen in die Differentialgleichung ergibt: $b.(b-1).a^3.t^{3b-2} + GM = 0$. Da diese Gleichung für alle Werte von t gültig sein soll, muß der Exponent zwangsläufig gleich Null sein, d.h. $b = 2/3$, woraus folgt: $a = (9GM/2)^{3/2}$ und $R = (9GM/2)^{3/2}.t^{2/3}$

R(t) ist die charakteristische Länge dieses Universums und kann entweder seinem Krümmungsradius oder dem durchschnittlichen Abstand zwischen zwei Teilchen gleichgesetzt werden.

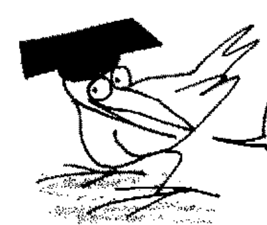




Ein Blick auf die Kurve R(t) zeigt schon, daß die Ausdehnung des Universums explosionsartig angefangen hat und daß sich die Ausdehnungsrate danach verlangsamt hat. Setzt man R(t) dem durchschnittlichen Abstand zweier Teilchen gleich und betrachtet man c.t als den Radius einer zum Zeitpunkt 0 gesendeten elektromagnetischen Welle, so sieht man, daß bei konstanter Lichtgeschwindigkeit der Radius dieser „Horizontsphäre" bzw. dieser Kausalsphäre eine Zeit lang kleiner ist als der durchschnittliche Abstand zweier Teilchen, welche sich in dieser Zeitspanne vollkommen ignorieren.



Anhang C



Die Berechnung des Radius eines **Schwarzen Loches**

Es sei ein Objekt mit dem Radius R und der Masse M sowie eine „Probemasse" m an seiner Oberfläche. Nehmen wir an, diese sei eine Rakete.

Sie kann keine größere Energie als mc^2 freisetzen, da dies gerade die äquivalente Energie zur Masse m darstellt.

Wir wollen die benötigte Energie berechnen, damit diese Masse m das Gravitationsfeld des Objekts überwinden kann. Die Kraft beträgt $F = -GMm/r^2$, die Arbeit ist $(-GMm/r^2).dr$, wobei dr eine infinitesimale Verschiebung darstellt. Die freizusetzende Energie ist also: $E = -\int_R^\infty (GMm/r^2).dr = GMm/R$. Diese freizusetzende Energie übertrifft die zur Verfügung stehende Energie, wenn: $GM\cancel{m}/R > \cancel{m}c^2$, d.h. wenn : $R < GM/c^2$ (**Schwarzschild-Radius**). Eine sorgfältigere Berechnung, die die Verringerung der Masse berücksichtigen würde, würde den richtigen Wert liefern: $R_S = 2GM/c^2$. Ist eine Masse M innerhalb ihres Schwarzschild-Radius gefangen, so kann kein Objekt von dort entkommen, da die freizusetzende Energie größer mc^2 wäre. Der Schwarzschild-Radius der Sonne beträgt 3,7 km.

Ein Photon besitzt eine Energie von hν, der eine äquivalente Masse $m_\varphi = h\nu/c^2$ entspricht, aus der wiederum die freizusetzende Energie berechnet werden kann, damit das Photon das Gravitationsfeld der Masse M überwindet:
$-\int_R^\infty (GMm_\varphi/r^2)\,dr = h\nu \,.\, GM/Rc^2$. Die Energie eines Photons, das das Objekt verlässt, beträgt: $E = h\nu\,(1 - GM/Rc^2) < h\nu$ (gravitationelle Rotverschiebung).
Wenn $R < GM/c^2$ ist, kann das Objekt kein Licht aussenden: Es ist ein schwarzes Loch.



Die räumliche Ausdehnung eines Teilchens mit der Masse m ist gegeben durch die COMPTON-LÄNGE: $\Lambda_c = h/mc$. Nehmen wir an, dieses Teilchen sei ein schwarzes Loch. Dann ist seine Länge Λ_c gleich dem Schwarzschild-Radius, d.h.: $h/mc = GM/c^2$. Dies ergibt die **Plancksche Masse**: $m_p = \sqrt{(hc/G)}$, d.h. 10^{-5} Gramm. Es kann kein schwereres Teilchen existieren. Der Radius des Teilchens ist gegeben durch: $h/mc = (h/c) \,.\, \sqrt{(G/hc)}$, d.h.: $L_p = \sqrt{(Gh/c^3)}$. Das ist die **Plancksche Länge** ($1{,}6 \,.\, 10^{-33}$cm). Im Universum kann nichts Kleineres existieren.

Das ist der kleinstmögliche Baustein im Universum.



Gegeben sei ein Photon mit der Wellenlänge $\Lambda = c/\nu$. Seine Energie beträgt $E = hc/\Lambda$ und die äquivalente Masse $m_\varphi = E/c^2 = h/\Lambda c$. Der dazugehörige Schwarzschild-Radius ist nimmt einen Wert von $R_S = Gm_\varphi/c^2 = Gh/\Lambda c^3$ an, welcher der Wellenlänge des Photons gleich ist, falls: $\Lambda = \sqrt{(Gh/c^3)} = L_p$.

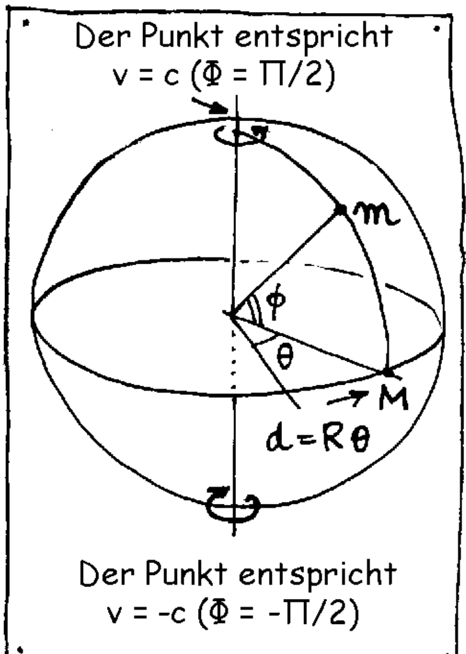
Sobald die Wellenlänge eines Photons gleich seinem Schwarzschild-Radius wird, fängt dieses an, sich um sich selbst zu drehen wie ein Hund, der seinen eigenen Schwanz jagt, und es kann keine Information fließen. Dieser Länge wird die **Plancksche Zeit**: $T_p = L_p/c = 0{,}54 \,.\, 10^{-43}$ Sekunden zugeordnet.



Anhang E

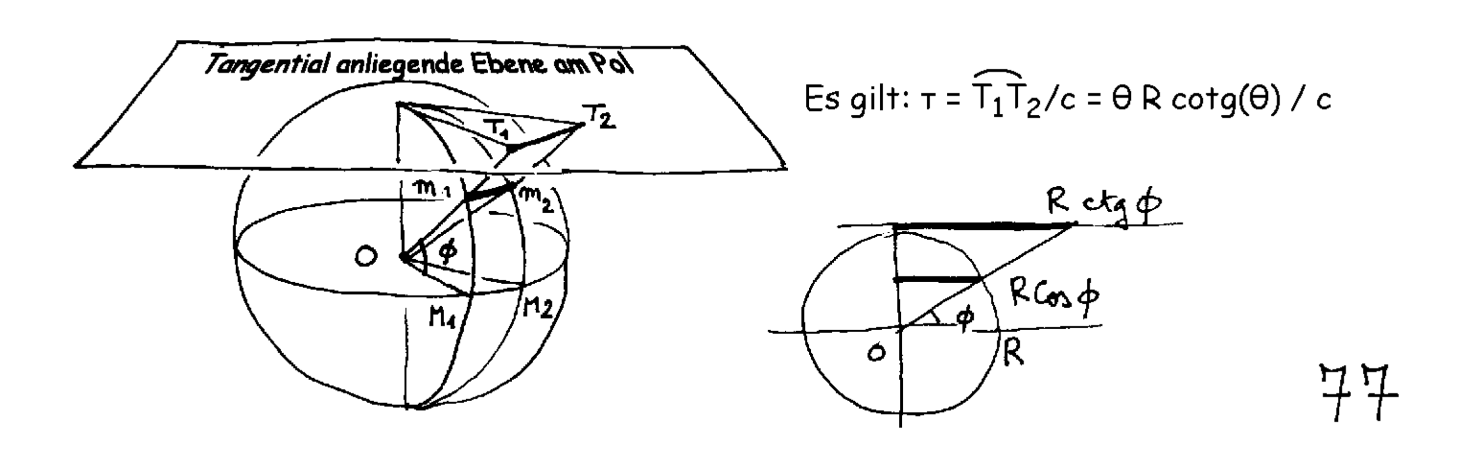
Der relativistische Phasenraum

Er ist gekrümmt, sowohl was die Orte als auch was die Geschwindigkeiten angeht. Hier wollen wir uns auf eine Dimension für den Ort und eine Dimension für die Geschwindigkeit beschränken. Orte werden mit dem Index θ und Geschwindigkeiten mit dem Index Φ versehen. Für einen ruhenden Beobachter ist die Strecke eines sich mit der Geschwindigkeit V bewegenden Objekts $d = R\theta$, während dessen Geschwindigkeit mit dem Winkel Φ durch die Gleichung $v = c.\sin(\Phi)$ verbunden ist. Für diesen Beobachter kreisen die Photonen um die Pole und beschreiben Bahnen der Länge Null (siehe **Alles ist relativ**).



Es sei $\widehat{M_1M_2} = R\theta$ eine von dem ruhenden Beobachter gemessene Bewegung. Im Phasenraum entspricht die tatsächliche Bewegung dem Kreisausschnitt $\widehat{m1m2}$, dessen Projektion auf die äquatoriale Ebene der Kreisausschnitt n_1n_2 ist. Für die Strecke On_1 gilt: $On_1 = R\cos(\theta)$, für den Bogen $\widehat{n_1n_2}$: $\widehat{n_1n_2} = On_1\,\theta$. Wegen $\cos^2(\Phi) + \sin^2(\Phi) = 1$ und $\sin(\Phi) = v/c$ ergibt sich: $\widehat{m_1m_2} = \widehat{M_1M_2}\sqrt{(1 - v^2/c^2)}$, was nichts Anderes als die berühmte **Lorentz-Kontraktion** ist.

Im Phasenraum stellt die Zeit keine freie Variable dar. Die **Eigenzeit** τ läßt sich leicht berechnen: Sie ist proportional dem Kreisausschnitt $\widehat{T_1T_2}$, welcher die Projektion des Kreisausschnitts $\widehat{m_1m_2}$ auf die tangential anliegende Ebene am Pol ist.



Es gilt: $\tau = \widehat{T_1T_2}/c = \theta\, R\, \mathrm{cotg}(\theta) / c$

Die Geschwindigkeit V ist gleich dem Quotienten aus Strecke/Zeit = $(\widehat{m_1 m_2}/\widehat{T_1 T_2}).c$

$$V = c\,\frac{R\cos\phi\ \theta}{R\,\mathrm{cotg}\,\phi\ \theta} = c\,\sin\phi$$

Anhang F Die Super-Relativität

* Man gibt allen „Naturkonstanten" ihre „Freiheit" zurück, z.B.: G, der Gravitationskonstanten, h, der Planckschen Konstanten, c, der Lichtgeschwindigkeit, m, der Masse des Protons oder des Neutrons.

* In der Einsteinschen Tensorgleichung der Allgemeinen Relativitätstheorie muß die EINSTEINSCHE KONSTANTE $X = -8\pi G/c^2$ eine ABSOLUTE KONSTANTE sein. Daher gilt $G \sim c^2$.

(~ bedeutet „ist proportional zu".)

* Es wird angenommen, daß die Energie $E = mc^2$ zu allen Zeiten erhalten bleibt, wobei m die Ruhemasse eines Teilchen darstellt.

* Es wird angenommen, daß die Galaxien, das Sonnensystem, die schwarzen Löcher, die Protonen und die Neutronen sich mit dem Universum zusammen ausdehnen, dessen Umfang mit Hilfe von $2\pi R$ berechnet wird.

Der Radius eines schwarzen Loches (Schwarzschild-Radius) variiert also gemäß $R \Rightarrow Gm/c^2 \sim R$. Da G/c^2 konstant sein soll, gilt: $\mathbf{M \sim R}$

Da außerdem gilt: mc^2 = Konst bzw. Rc^2 = Konst,
erhält man:

$\mathbf{c \sim 1/\sqrt{R}}$ und $\mathbf{G \sim 1/R}$

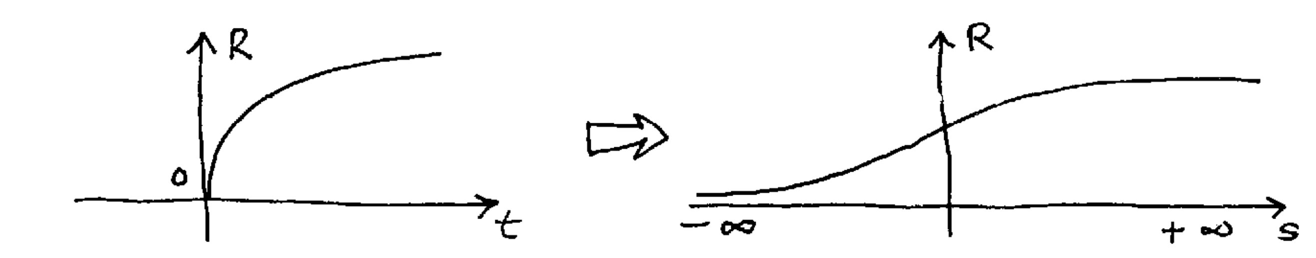
Betrachten wir zwei Sterne mit der selben Masse, welche eine kreisförmige Bahn mit dem Radius r um ihren gemeinsamen Schwerpunkt beschreiben. Die Zentrifugalkraft ist mv^2/r, deren gemeinsame gravitationnelle Anziehungskraft ist $Gm^2/4r^2$. Wenn r wie entsprechend R variiert, dann gilt: $Gm^2/R^2 \sim mv^2/R$, woraus folgt $\mathbf{v \sim 1/\sqrt{R}}$. Das Verhältnis $\beta = v/c$ bleibt über die Zeit erhalten, genau so wie die Energie $E = mc^2/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$. Da außerdem die räumliche Ausdehnung eines Protons durch seine Compton-Länge $h/mc \sim R$ gegeben ist, erhält man: $\mathbf{h \sim R^{3/2}}$

Löst man die EINSTEINSCHEN Gleichung unter der Annahme der Homogenität und der Isotropie des Universums (Robertson-Walker Metrik), so ergibt sich folgende Differentialgleichung:



$$2R''/R + R'^2/R^2 (2 + \beta^2) + kc^2/R^2 (1 + \beta^2) = 0,$$

wobei $v = \beta c$ die Geschwindigkeit der thermischen Bewegung der Galaxien im „kosmologischen Fluidum" ist. Sucht man nach einer Lösung des Typs $R = a.t^b$, so sieht man, daß β eliminiert wird und daß $k = -1$ die Lösung $\boxed{R \sim t^{2/3}}$ liefert, wobei k die Krümmung darstellt. Dieses Universum zeigt also eine negative Krümmung. (*) Der kosmologische Horizont wird durch das Integral $H = H = \int_0^t c(\tau).d\tau$ definiert, und man erhält: $H = R(t)$, was die Homogenität dieses Universums zu jeder Zeit rechtfertigt. Die Entropie wird zu: $S \sim \text{Log}(t)$. In dieser Beschreibung, in der die Entropie die Zeitvariable gänzlich ersetzt, verschwindet einfach die Anfangssingularität:



Alle Gleichungen der Physik (Schrödiger, Maxwell, Boltzmann) sind invariant unter den hier gewonnenen Transformationen. Man kann erkennen, daß die Rotverschiebung proportional der Entfernung zu einer Quelle ist (Gesetz von Hubble). Bis hin zu ein paar Milliarden Lichtjahren sind die für die Quellen berechneten Entfernungen fast identisch mit denen, die im Rahmen des Standardmodells bestimmt wurden. Da die Energie hν eines Photons (wie jegliche andere Energie) als zeitinvariant angenommen wurde und da $\boxed{h \sim t}$, ergibt sich: $\boxed{\nu \sim 1/t}$. Die Rotverschiebung wird also nicht mehr von einem Doppler-Effekt verursacht, sondern sie ergibt sich aus der zeitlichen Variation der Planckschen Konstante.

1988 haben BARTHELL und MILEY (Nature Vol. 333, Mai 1988) gezeigt, dass die Größe der Quasare umgekehrt proportional zu deren Entfernung ist. Dies passt gut zu dem Modell, in dem sich die Quasare mit dem Universum selbst ausdehnen.

(*) Siehe Das Geometrikon und Das schwarze Loch.


Bisher widerspricht Anselms Modell keiner Beobachtung...
...und was die Quasare angeht, funktioniert es sogar besser als das Standard-Modell.
Und Sie, Sophie, was ist Ihre Meinung?
Anselms Modell ist noch nicht fertig. Es existieren noch andere Naturkonstanten aus der Atom- und Kernphysik, und er muß noch deren Variationen herausfinden, um diese Phänomene beschreiben zu können, die auch Bestandteil der Kosmologie sind.
Oder es wird ein Widerspruch auftauchen, und es wird alles vorbei sein...
Er macht sich bestimmt tierische Sorgen...
Glaubst Du? ...

DIE PYRAMIDEN :

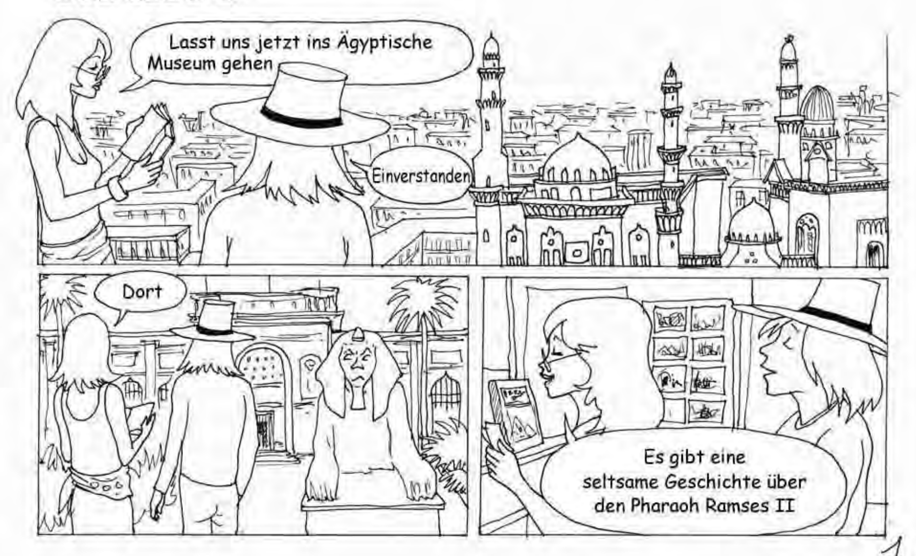
DAS GEHEIMNIS DES IMHOTEP

2004

JEAN-PIERRE PETIT

Übersetzt durch Klaus Janberg

KAiRO


Lasst uns jetzt ins Ägyptische Museum gehen
Einverstanden
Dort
Es gibt eine seltsame Geschichte über den Pharaoh Ramses II

Die Gräber des Pharao im Tal der Könige wurden früh entweiht und geplündert. Die mit der Bewachung beauftragten Priester haben schliesslich alle Mumien eines nachts entfernt und in einer Höhle oberhalb des Tals der Könige versteckt.



Die Mumie Ramses II wurde am Eingang des Museums ausgestellt, um die Besucher anzulocken. Wie üblich hatte Ramses seine beiden Arme vor der Brust gekreuzt

Eines Tages bewegte Ramses seine linke Hand 10 cm zur Seite mit einem unangenehmen Geräusch . Zu Tode erschreckt lief der Wächter davon und kam nie wieder ins Museum das er für verwunschen hielt.

CRAC!


Anselm, komm mal her


Hier sind die 4500 Jahre alten Statuen von Rahotep, Cheops' Halbbruder und seine Frau Nefertiti, ausgestattet mit so realistischen Glasaugen, dass die Arbeiter 1871 bei ihrer Entdeckung in der Nekropolis von Meidoum überzeugt waren, die Gräber würden lebende Wesen beherbergen.


Ist die Statue von diesem Prinz mit seinem Mustache nicht interessant? Er sieht aus wie ein Pariser Dandy, den man in das alte ägyptische Reich transportiert hat.


Was ist los, Anselm ? Dir scheint es nicht gut zu gehen seit wir in Ägypten sind.

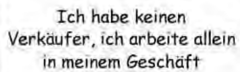

Ich schlage
einen Besuch im
Soukh vor
Herein, hier,
ich habe ALLES!
Sehen Sie,
ich habe wunderbare
Bastet-Statuen
Hier
Ah, Gott sei Dank, da bist du
ja endlich! ich kann dir zurückgeben
,was deinem Ahnen gehörte.


Anselm , was hältst du von dieser Bastet-Statue ?
Hast du etwas gefunden?


Der Mann da drüben hat mir dies gegeben....
Das ist ein Käfer. Aber welcher Mann ?


Na, der Verkäufer.....

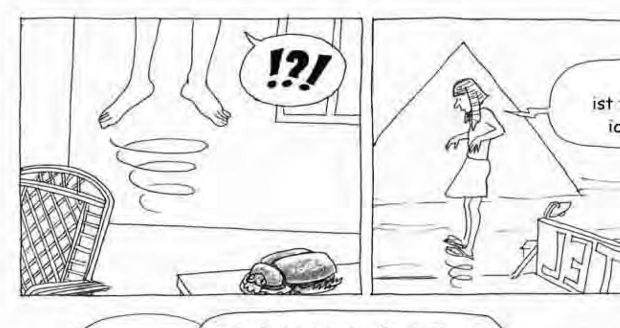



Ich habe keinen Verkäufer, ich arbeite allein in meinem Geschäft


Er muss doch noch in dem Hinterzimmer sein...


Da ist niemand !
Da ist niemand und das Hinterzimmer hat keinen Ausgang.

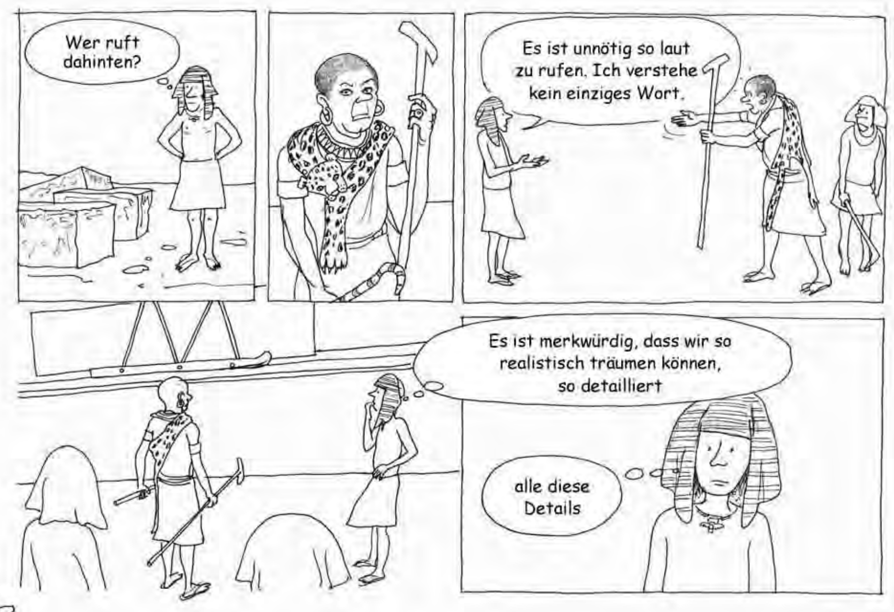

Nein, diese Käfer stammen nicht aus meinem Geschäft
aber das ist tatsächlich eine schöne Statue...
Ich sah diesen Mann mit einem langen Bart und er gab mir diesen Käfer
In jedem Fall konnte der Mann nicht durch die Wände gehen!
Anselm, komm schlafen, es ist schon spät...
Die Stunden verstreichen im Hotelzimmer...

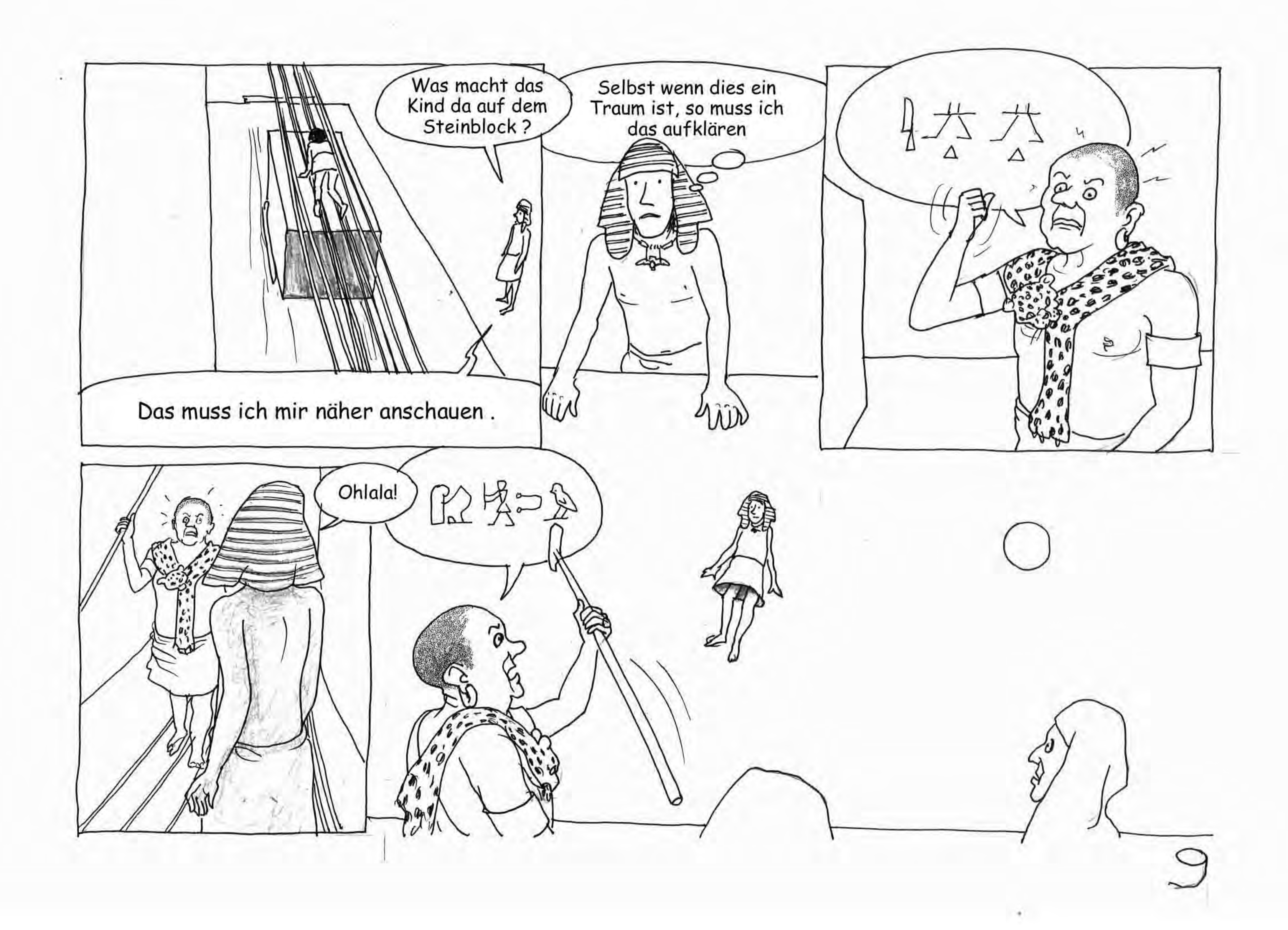

!?!


Dieser Traum
ist total verrückt ! Hier gehe
ich durch die Hoteldecke

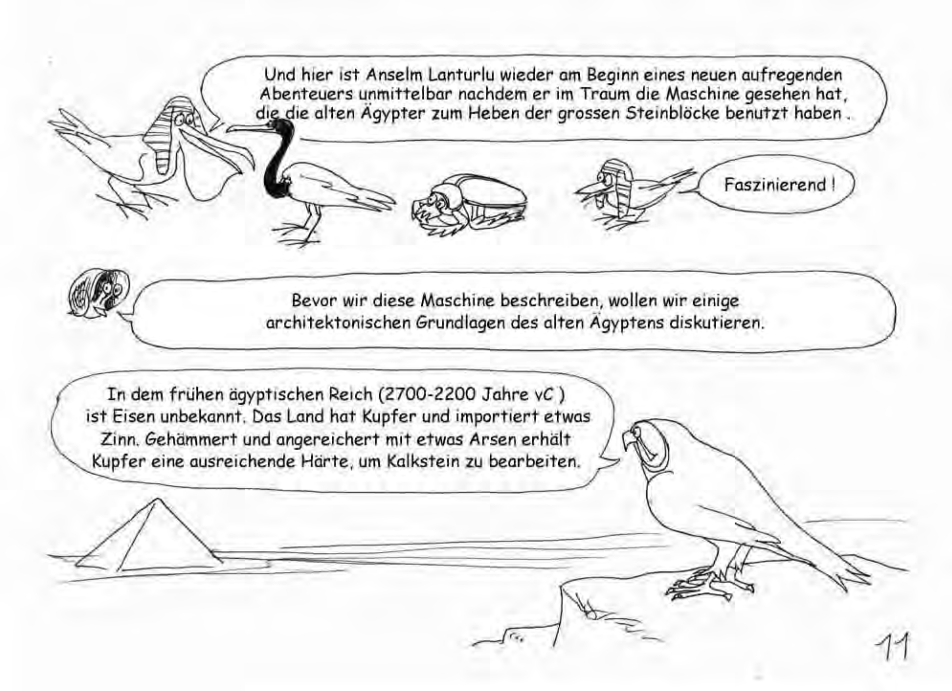

Ich gleite über das Gizeh-Plateau
und die Pyramide von Cheops sieht
intakt aus und ihre Abdeckung
aus Kalksteinplatten scheint
im Mondlicht.


Chefren's Pyramide ist unvollendet
und die von Mykerinos fehlt.


Wer ruft dahinten?
Es ist unnötig so laut zu rufen. Ich verstehe kein einziges Wort.
Es ist merkwürdig, dass wir so realistisch träumen können, so detailliert
alle diese Details

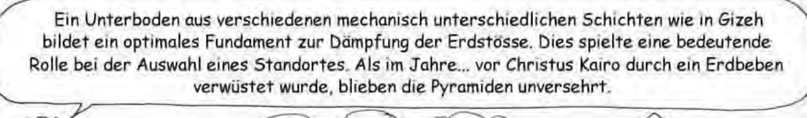

Was macht das Kind da auf dem Steinblock ?
Das muss ich mir näher anschauen .
Selbst wenn dies ein Traum ist, so muss ich das aufklären
Ohlala!


Was für ein sonderbarer Traum ! Ich muss mir unbedingt Notizen machen !
HOTEL
Anselm, was machst du da? Es ist drei Uhr morgens !
Schau, ich habe gesehen, wie wir die sehr grossen Steinblöcke für den Bau der Pyramiden transportiert haben.
Nun, das ist ein sehr interessanter Traum !
Ich habe die Nacht damit verbracht, alle die Details niederzuschreiben, die ich in meinem Traum gesehen habe.


Und hier ist Anselm Lanturlu wieder am Beginn eines neuen aufregenden Abenteuers unmittelbar nachdem er im Traum die Maschine gesehen hat, die die alten Ägypter zum Heben der grossen Steinblöcke benutzt haben.
Faszinierend !
Bevor wir diese Maschine beschreiben, wollen wir einige architektonischen Grundlagen des alten Ägyptens diskutieren.
In dem frühen ägyptischen Reich (2700-2200 Jahre vC) ist Eisen unbekannt. Das Land hat Kupfer und importiert etwas Zinn. Gehämmert und angereichert mit etwas Arsen erhält Kupfer eine ausreichende Härte, um Kalkstein zu bearbeiten.

DiE ERDBEBENGEFAHR





Erdbeben

Sie wurden auf einer bearbeiteten Kuppe erbaut und die Treppenstufen wirken wie Zentrierstifte und halten das Ganze zusammen während der Erdstösse.

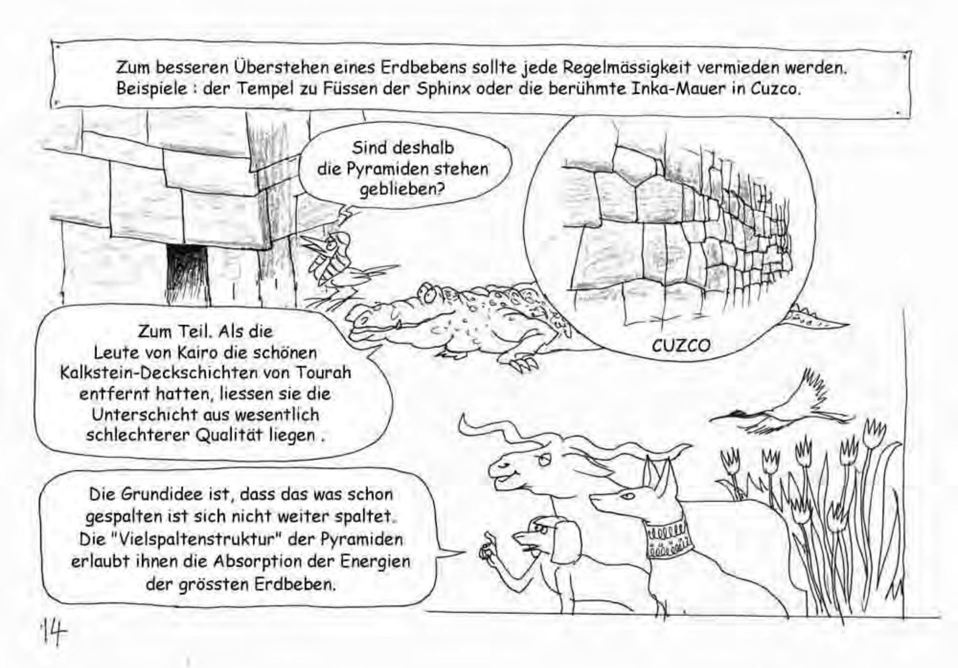
Kalkstein

Mergel

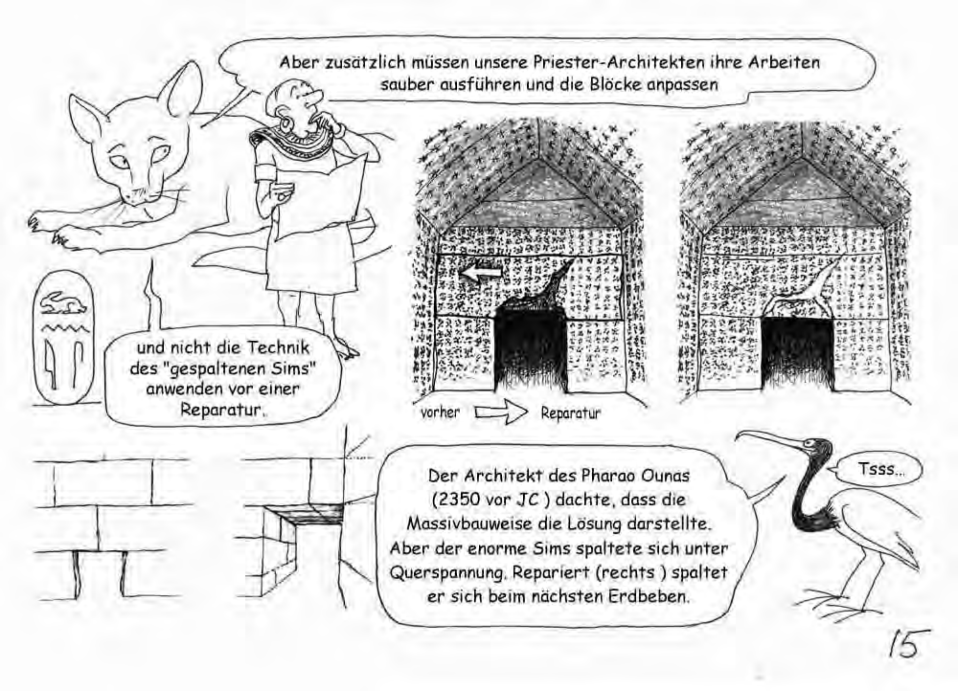
Man findet diese Bauweise in verschiedenen Gegenden der Welt, wo so etwas wie "Terrassen" als Sitze von "Kultstätten" ausgelegt wurden, dabei ist es ihre Aufgabe, das Bauwerk zusammen zu halten.

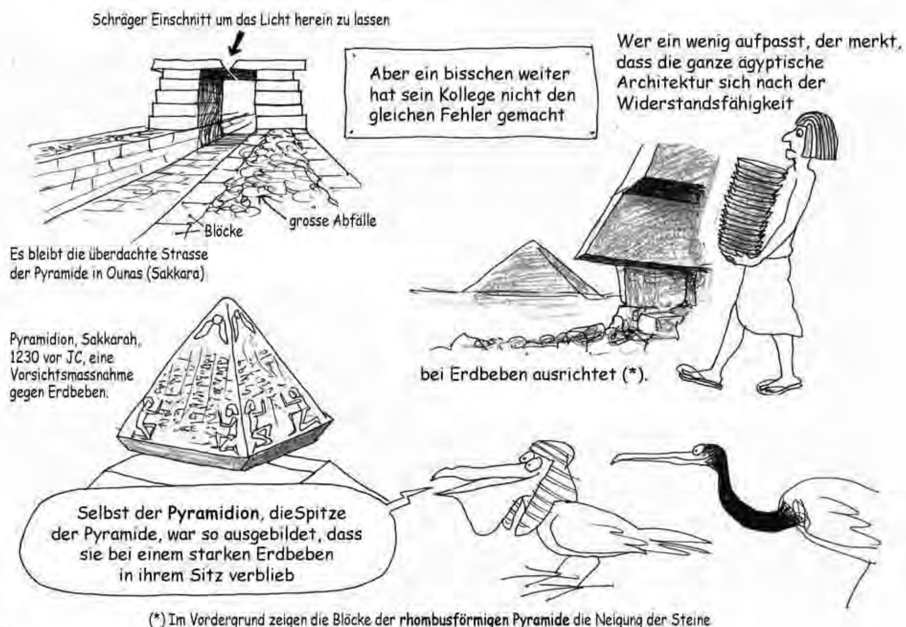
Der "Trohn des Inka"

dessen Steine verschwunden sind, weil sie für andere Bauwerke verwendet wurden



Zum besseren Überstehen eines Erdbebens sollte jede Regelmässigkeit vermieden werden.
Beispiele : der Tempel zu Füssen der Sphinx oder die berühmte Inka-Mauer in Cuzco.
Sind deshalb die Pyramiden stehen geblieben?
CUZCO
Zum Teil. Als die Leute von Kairo die schönen Kalkstein-Deckschichten von Tourah entfernt hatten, liessen sie die Unterschicht aus wesentlich schlechterer Qualität liegen .
Die Grundidee ist, dass das was schon gespalten ist sich nicht weiter spaltet. Die "Vielspaltenstruktur" der Pyramiden erlaubt ihnen die Absorption der Energien der grössten Erdbeben.


Aber zusätzlich müssen unsere Priester-Architekten ihre Arbeiten sauber ausführen und die Blöcke anpassen
und nicht die Technik des "gespaltenen Sims" anwenden vor einer Reparatur.
vorher
Reparatur
Der Architekt des Pharao Ounas (2350 vor JC) dachte, dass die Massivbauweise die Lösung darstellte. Aber der enorme Sims spaltete sich unter Querspannung. Repariert (rechts) spaltet er sich beim nächsten Erdbeben.
Tsss...



(*) Im Vordergrund zeigen die Blöcke der **rhombusförmigen Pyramide** die Neigung der Steine und im Hintergrund handelt es sich um die **Rote Pyramide** von Dashour.

Aber es gibt eine Sache,die die Ägyptologen nicht verstanden haben : die Tatsache, dass die Kontaktflächen zwischen den Blöcken nicht eben sondern wellig/schräg ausgebildet wurden ist nicht zufällig sondern von den Architeckten der Antike so gewollt, um die Stabilität der Gebäude bei Erdbeben zu verbessern. Zementierte Übergänge wären aufgebrochen und flache hätten ein Gleiten ermöglicht. Nur Verbindungen mit welligen Flächen -und selbst nur von wenigen mm- ermöglichen eine automatische Anpassung bei Mikro-Erdbeben.

Wir werden später sehen wie noch bessere Übergänge verwirklicht wurden.



Diese Technik war unmöglich umzusetzen bei den grossen Monoblock-Statuen bei denen die Refliefs ebenso viele Schwachpunkte gegenüber Erdbebenstössen darstellen und die daher vermutlich im Laufe der Jahrtausende nachgearbeitet wurden.

DiE VERFÜGBAREN MATERiALiEN



Die Ägypter waren die Meister in der Nutzung aller möglichen Steinsorten ausgehend von den Sedimentgesteinen wie dem Kalkstein bis zu den einfacheren wie dem Granit, und dem Basalt, wobei sie zur Bearbeitung abrasive Materialien wie den Quarzsand nutzten und zum Hämmern Dolerit.

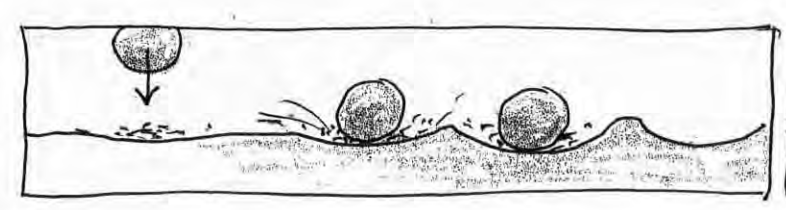
Der Kalkstein als "weicher Stein" liess sich leicht mit einem extrem harten Stein bearbeiten, dem Dolerit, aus dem die Werkzeuge bestanden.

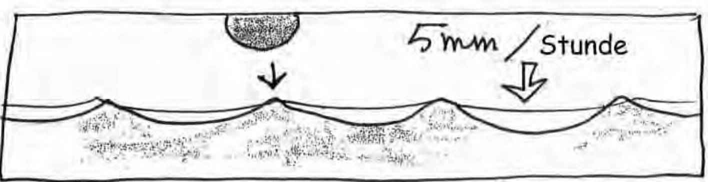
Das Plateau von Gizeh war selbst ein grosser Steinbruch, der einen recht groben Kalkstein enthielt, der sich in Schichten aufbaute, die durch Lehm getrennt waren.

Die Blöcke wurden abgespalten durch die Ausdehnung von Holzeinlagen. (George Goyon).

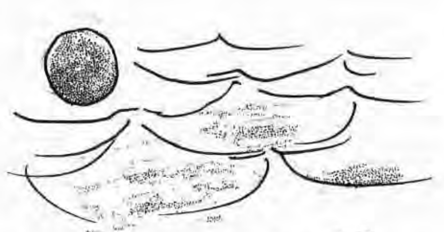
Mangels Stahl und Eisen und wegen der Schwierigkeit sich Bronze durch Einfuhr zu beschaffen praktizierten die Ägypter des Alten Reiches (*) mit Erfolg eine Bearbeitung durch **Schlaghämmern** (**). Der Granit enthielt Einschlüsse in Form von **Doleritkugeln** deren Grösse manchmal bis zur Kopfgrösse reichten .

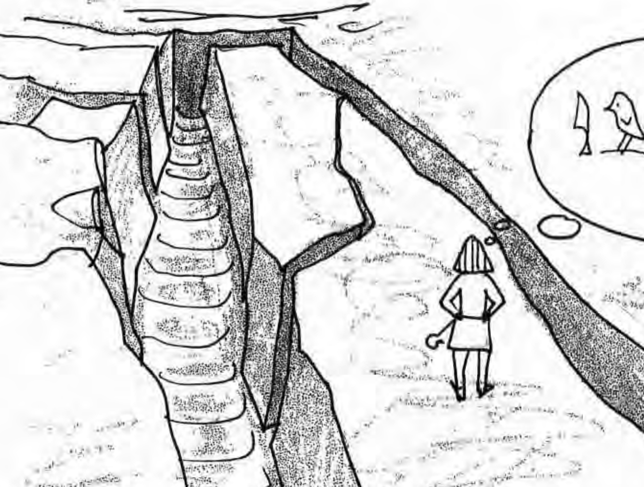






Man hat neben dem Obelisken von Assuan Spuren dieser Technik gefunden und zwar in Form von Eierkartons. Man änderte den Auftreffpunkt sobald die Krümmung der so hergestellten Aushöhlung vergleichbar wurde mit der des Schlaghammers, denn dann ging die Wirksamkeit des Werkzeugs zurück.







Der Bruch dieses Obelisken von 41 m Lânge, 4m Breite an der Basis und einem Gewicht von 1200t durch ein Erdbeben unterbrach die Arbeiten. Wir warden später sehen wie solche grossen Steine transportiert wurden.

(*) von 2700 bis 2200 vor JC.

(**) Wirksam bei Kalkstein waren die Bronzewerkzeuge aber wenig hilfreich bei « harten Steinen » wie Granit.

Akazienholz stammte aus lokaler Herstellung. Die grossen Holzteile wurden aber aus Zederstämmen geschnitten die aus dem Libanon importiert wurden. Die Harze wurden zu Leim und Lack verarbeitet. Die Ägypter des Alten Reiches waren versiert in der Herstellung von Hanfseilen, die so belastbar waren wie moderne Seile (*).





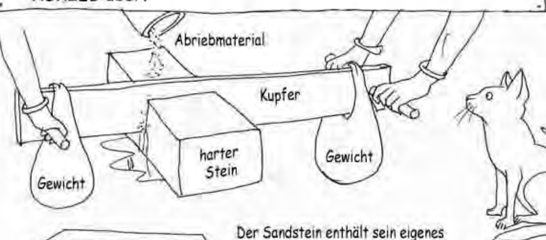
Aber da Holz selten und wertvoll war benutzten die Ägypter es in Form komplexer Montagen mit Nähten aus Seilen, um auch noch kleine Stücke weiter nutzen zu können.

(*) ein Seil von 50 mm Durchmesser kann 4 Tonnen ziehen.

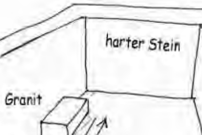


Wenn im Alten Ägypten die direkte Bearbeitung eines Werkstoffes unmöglich war, zum Beispiel weil das reichlich vorhandene Kupfer zu weich war (auch bei einer mit Zähnen ausgestatteten Säge) dann ging man zur Bearbeitung durch **ABRIEB** über.





Das Quarz-Pulver wurde demnach für alle möglichen Bearbeitungen eingesetzt: Sägen, Einschnitte, Bohrungen.



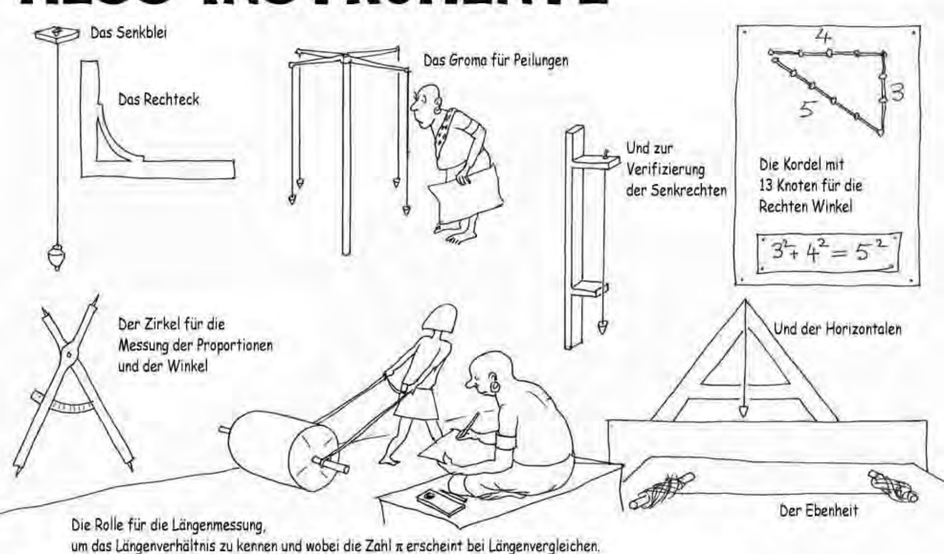
Der Sandstein enthält sein eigenes Abriebmaterial und daher benutzt man zum Polieren Sandstein.

Beim Stein ebenso wie beim Holz





MESS-iNSTRUMENTE



Die Rolle für die Längenmessung,
um das Längenverhältnis zu kennen und wobei die Zahl π erscheint bei Längenvergleichen.

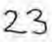
3000 JAHRE VOR VERNiER(*)

Dies ist ein **Schiebelehre**, bevorzugtes Instrument derjenigen Nicht-Ägyptologen, die sich mit Ingenieurtätigkeiten befassen.

in einem Wort: die **Ingenieure**

Dieses Instrument besteht aus zwei parallelen Schiebern, von denen der eine Markierungen in 1mm und der andere in 0,9 mm Abstand besitzt. Hier zeigt der Schieber Nummer Eins ein Mass von 3,6 mm (Augenmass) an. Aber wenn man die genaue Überlagerung sucht (schwarzer Pfeil) dann liest man 3,64 mm. Dank diese Gerätes kann der Rechenschieber auf 2/100 mm genau abgelesen werden.

(*) Pierre Vernier, ein französischer Mathematiker, hat dieses Gerät (wieder) erfunden im Jahre 1631.



DIE ÄGYPTISCHE ELLE (LÄNGENMASS)

Elle des Amenothep, 1559-1539 v. Ch. (Louvre-Museum)

Die ägyptischen Ellen weisen folgende Unterteilungen auf :

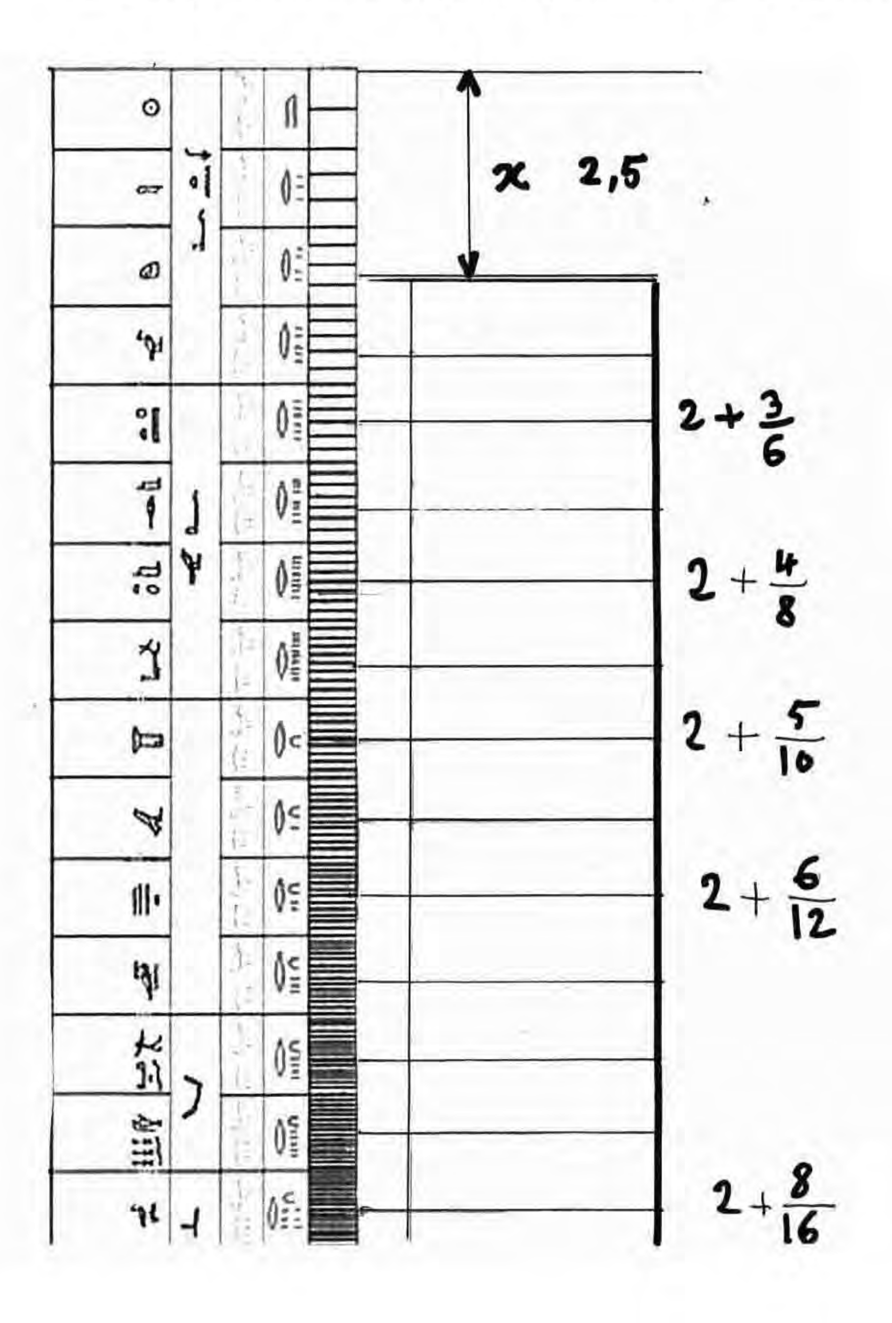
Finger
Handbreite
Doppel-Handbreite
kleine Kralle
grosse Kralle
Djeser
"remen" Elle
kleine Elle
königliche Elle
Aufteilung in Fingerbreiten

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

Im rechten Teil sind die "Finger"-Unterteilungen selber durch 2 geteilt : , sowie durch 3 , danach durch 4 , bis zu 16 , wobei das Zeichen "Auge des Horus" heissen soll : "geteilt durch". Das Zeichen ∩ ∩ stellt die ägyptische 10 dar. Die weitere Bedeutung dieser Unterteilungen, die nur auf der Hälfte dieser Mass-Elle stehen, haben bis heute noch keine Erklärung gefunden.

GEBEN WIR DEN SCHLÜSSEL DES RÄTSELS

Ein **MASSTAB** wurde im Ägypten der Pharaos durch die Summe eines Ganzen und dem Verhältnis von zwei Ganzen ausgedrückt, sei es um einen Plan zu lesen oder etwas auf diesem zu bestimmen. Die Ägypter benutzten also nicht nur **EINE** Unterarmlänge (Elle) sondern **ZWEI**, wobei die zweite um 180° gedreht wurde.

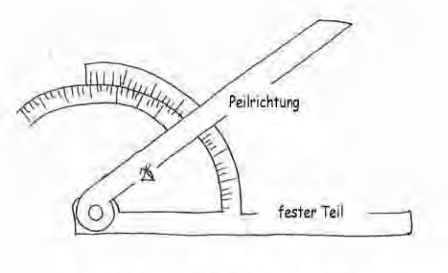


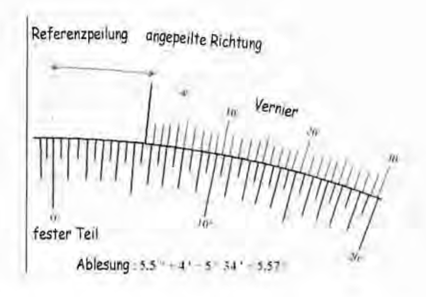
Durch Verschieben der zweiten Elle (hier um 2,5 cm) findet man die Überlagerungen von zwei Graduierungen bei

$$\frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = \frac{6}{12} = \frac{8}{16}$$

So besitzt die ägyptische königliche Schiebelehre ein "**MULTI-VERNIER**"-System, das eine Messpräzision von einem sechzehntel einer Fingerlänge, also auf ein 0.116 faches eines Fingers erlaubt.







Ein **GONIOMETER**, ein Winkelmessgerät,
ist eine "runde Schiebelehre" mit einer Winkelangabe.
Auch hier verfährt man, indem man die Überlagerung zweier runder Schieber sucht.
Das Goniometer erlaubt Peilungen (Winkelmessungen) auf wenige hundertstel Grad genau.

Selbst wenn man keine ägyptischen Winkelmesser gefunden hat, so ist es doch in Anbetracht der Genauigkeit ihrer Konstruktionen höchst wahrscheinlich, dass sie schon 2600 v. Ch. darüber verfügten.



(*) Der Mathematiker Pedro Nunez stattete die portugiesische Marine (1502-1578) damit aus,
indem er ihren **ASTROLABEN** einen "Vernier"-Schieber beifügte (ein Jahrhundert bevor Vernier ihn erfand).

Wenn die Archäologie sich nicht auf die Rekonstitution der Geschichte alter Völker konzentriert, dann beschäftigt sie sich damit, Licht in die Wissenschaften und Techniken von damals zu bringen. Sie konzentriert ihre Aufmerksamkeit auf die Werkzeuge, die Messinstrumente sowie die Maschinen jeder Grösse und jeder Anwendung , die damit stattfand.

Sie verfügt damit manchmal über die Beschreibung dieses oder jenes modus operandi und zwar in der Form von Schemas, Zeichnungen ja sogar geschriebener Texte. Aber die Entdeckung der letzteren ist ein aussergewöhnliches Ereignis. Wenn Völker keine Schrift kennen, dann existieren sie quasi nicht. Dann kennt niemand je die Rezepturen ihrer fortschrittlichen Schmiede, wie zum Beispiel der Gallier. Was Ägypten betrifft, so erleichtert die grosse verflossene Zeitspanne die Sache nicht. Wo sind die Hunderte von Millionen von Werkzeugen der Erbauer der Pyramiden ? Wo sind ihre technischen Schemata ? Wo sind die Berechnungen ihrer Ingenieure und Architekten ?

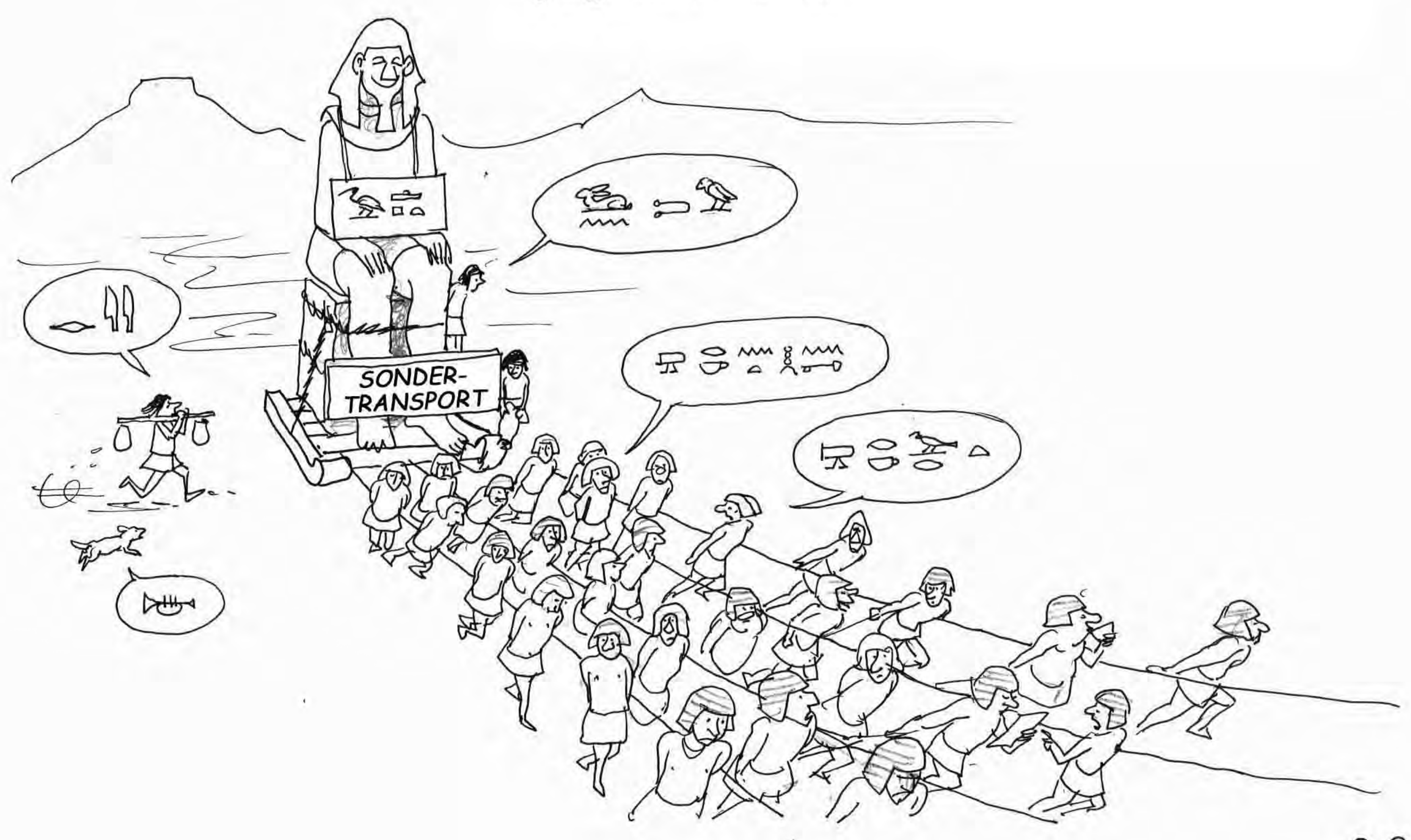
All das ging praktisch verloren in den 40 Jahrhunderten, die uns von den alten Zeiten trennen. Mangels eines Leitfadens und betroffen durch die enorme Aufgabe und die Fülle, die die Zeit uns zu sehen gibt, haben unsere Spezialisten gestützt auf einen Konsensus ein Paradigma geschaffen, das sich abstützt auf die Idee die sie sich machen von dem, was die Völker wissen konnten oder auch von dem, was sie damals noch nicht kannten. Alles das auf der Basis eines in ständiger Entwicklung befindlichen Schemas, in dem es keine Rezession gegeben hat sondern nur beständigen Fortschritt. So hört man denn Meinungen wie "die Alten Ägypter kannten weder die Chemie, noch das Rad noch den Seilzug. Sie kannten keine Seefahrt ohne Landsicht. Sie waren schlechte Mathematiker und Landvermesser. Andernfalls hätten sie uns ihr Wissen in Schriftform hinterlassen".

Sicherlich....

DiE TRANSPORTMiTTEL



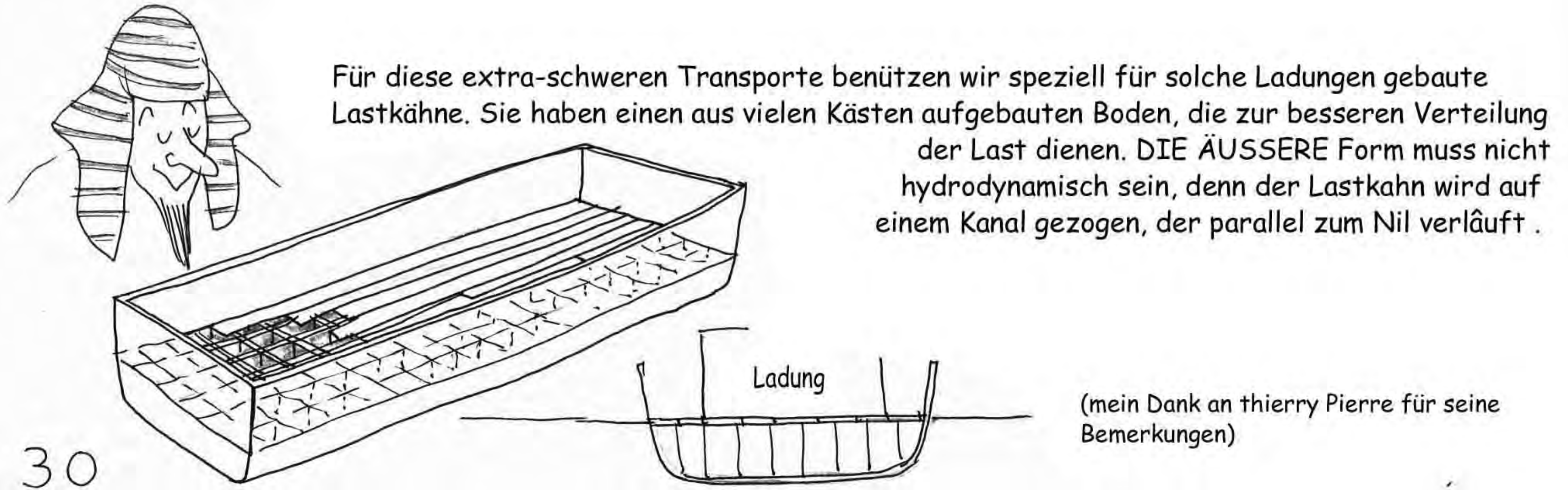
Die Statue von Djehudihotep (sein Name steht auf dem Schild, ein einfacher Provinzgouverneur) sechzig Tonnen, sieben Meter hoch, gezogen von 172 Männern.



1200 Tonnen, 40 Meter Länge, 800 km Transportweg, dazu braucht man den Flusstransport.

Siehst Du, du kannst den Obelisken frei machen .

Verbindung aus Stein



Für diese extra-schweren Transporte benützen wir speziell für solche Ladungen gebaute Lastkähne. Sie haben einen aus vielen Kästen aufgebauten Boden, die zur besseren Verteilung der Last dienen. DIE ÄUSSERE Form muss nicht hydrodynamisch sein, denn der Lastkahn wird auf einem Kanal gezogen, der parallel zum Nil verlâuft .

(mein Dank an thierry Pierre für seine Bemerkungen)

Man dimensioniert
den Lastkahn dergestalt,
dass nach der Beladung der
Boden und die Wasserlinie
auf der gleichen
Höhe sind.

im Schnitt

Ladung

Kästen

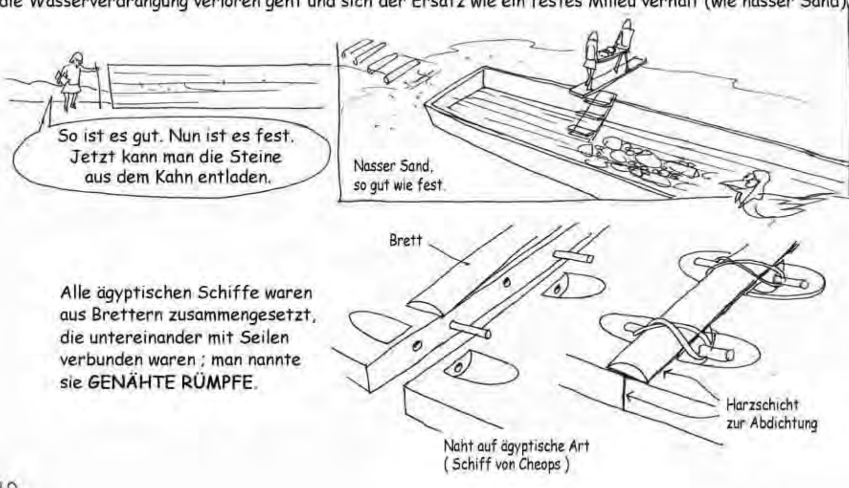
Danach bringt man den Lastkahn in DIE BELADESCHLEUSE, nachdem man ihn mit einer äquivalenten Ladung Steine beladen hat.

Obelisk von 1200 Tonnen

Beladeschleuse

DiE SANDSCHLEUSE

Das Wasser der Schleuse wird sukzessive durch Sand verdrängt, so dass jegliche Fliessfähigkeit durch die Wasserverdrängung verloren geht und sich der Ersatz wie ein festes Milieu verhält (wie nasser Sand).



Alle ägyptischen Schiffe waren aus Brettern zusammengesetzt, die untereinander mit Seilen verbunden waren ; man nannte sie **GENÄHTE RÜMPFE**.

Die Sandschleuse erlaubte die Verladung des Obelisken durch Rollen oder durch Gleiten auf einem Bett aus feuchtem Lehm bis zum Ladeboden des Lastkahns.

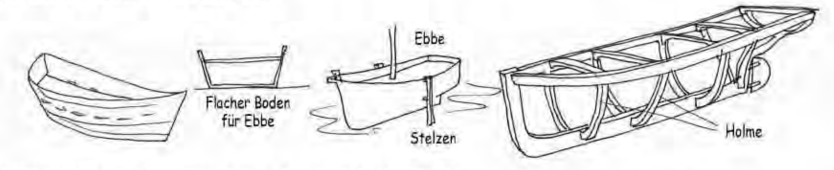




1830 :
Zweitausend Jahre später

Die Franzosen benutzten für den Transport des 23 m langen und 230 Tonnen schweren Obelisken zum Place de la Concorde ein Spezialschiff mit flachem Boden und 5 Kielen, dessen Bug demontierbar war. Ursprünglich ruhte der Obelisk auf einem viereckigen Sockel mit 4 mal 4 Pavianfiguren, die auf ihren Hinterbeinen sassen. Da ihre Geschlechtsteile allzu sichtbar waren, wurde der Sockel durch einen anderen aus rosa Granit ersetzt.

Die Historiker haben bezeugt, dass diese Be- und Entlademethode im Alten Ägypten benutzt wurde Im übrigen erlaubte diese Technik der "genähten Rümpfe" dass ganze Schiffe wieder aufgelöst und vom Nil zum Roten Meer geschafft werden konnten, wo man übrigens mehrere Schiffe in Grotten eingelagert aufgefunden hat. ° 1954 hat man ein 43 m langes Schiff aus nummerierten Einzelteilen in einer Grube direkt neben der Cheops-Pyramide gefunden (*). Diese Form der schnellen Demontage erlaubte keine Verbindung mittels Keilen. Die Verbindung von ökonomischer Holznutzung, geringem Gewicht und hoher Tragkraft musste aufgegeben werden, als die Schiffe mit dem typischen Phänomen der Gezeiten der Nordmeere konfrontiert wurden.



Dies führte zum Phänomen des **AUF- GRUND-SETZENS.**
Zudem erlaubte der Zugriff auf grosse Holzressourcen verschiedener Art die Aufgabe eines **SCHIFFSRUMPFES MIT FLEXIBLER ABDECKUNG** zugunsten einer Kombination von Kiel und Spanten mit der Möglichkeit des Einbaus von **LUKEN** für das Ein- und Entladen der Waren.

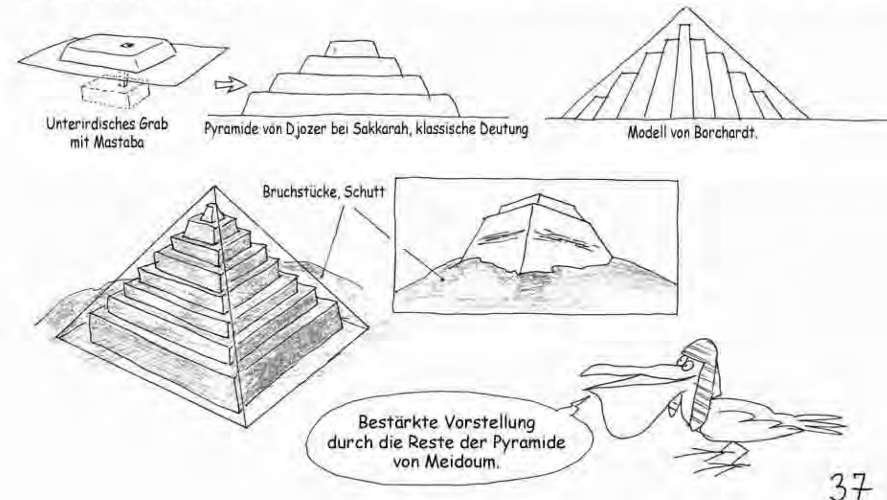


RAMPEN UND MASCHINEN ALLER ART



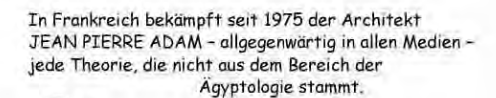
Trotz derErklärungen in dieser Arbeit behalten die Grossen Pyramiden eine grosse Zahl von Geheimnissen, wobei paradoxerweise die besterforschten die ältesten sind. Daher ist es für die Wissenschaftler so schwer ein Standardschema aufzustellen, das einen "Fortschritt vom Ursprung her" aufzeigt.
Egal was wir treiben, diese Bauten überstehen unsere zukünftigen Konflikte, selbst mit Atomwaffen und werden weiterhin intakt aus den Resten unserer Bauten aus Stahlbeton hervorragen, bei denen das Metall viele Angriffspunkte für den Rost liefert, der die Zerstörung des Betons vollendet. Erbaut um den schlimmsten Naturkatastrophen zu widerstehen können die Grossen Pyramiden den kommenden Jahrtausenden getrost entgegensehen.

In bezug auf den inneren Aufbau gibt es zwei Ideenströmungen. Wenn die Pyramiden die Fortführung der Gräber als **MASTABAS** sind, so betrachten einige sie als sukzessive Aufeinanderhäufung von diesen. Dagegen glaubt der deutsche Ägyptologe Borchardt 1930 an eine Nebeneinanderlagerung von Steinschichten, die sich durch ihre Schräglage aufeinander abstützen. Aber dies hätte für die Cheops-Pyramide zweieinhalb Millionen Blöcke bedeutet.



In Anbetracht der Schwierigkeit die Bautechniken zur Herstellung der Pyramiden zu rekonstruieren gibt es auch Theorien, die die Hilfe ausserirdischer Kräfte annehmen.





Nur ein Gerät, das die Nutzung der Anti-Schwerkraft erlaubt kann die Handhabung solcher Lasten ermöglichen.



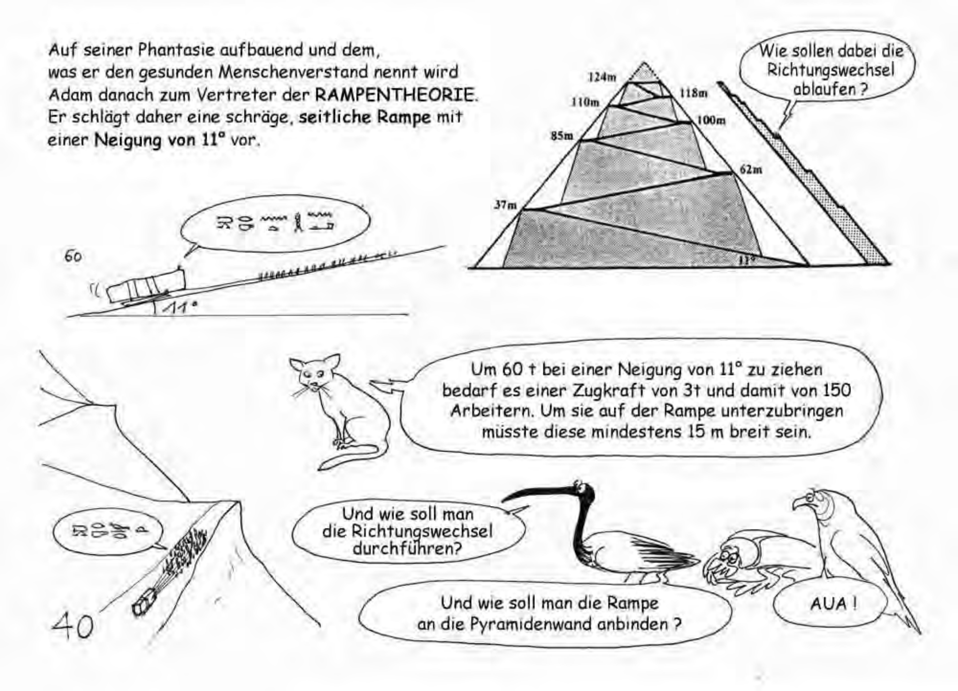
Wir müssen Schluss machen mit der **ARCHEOMANIE** (*)

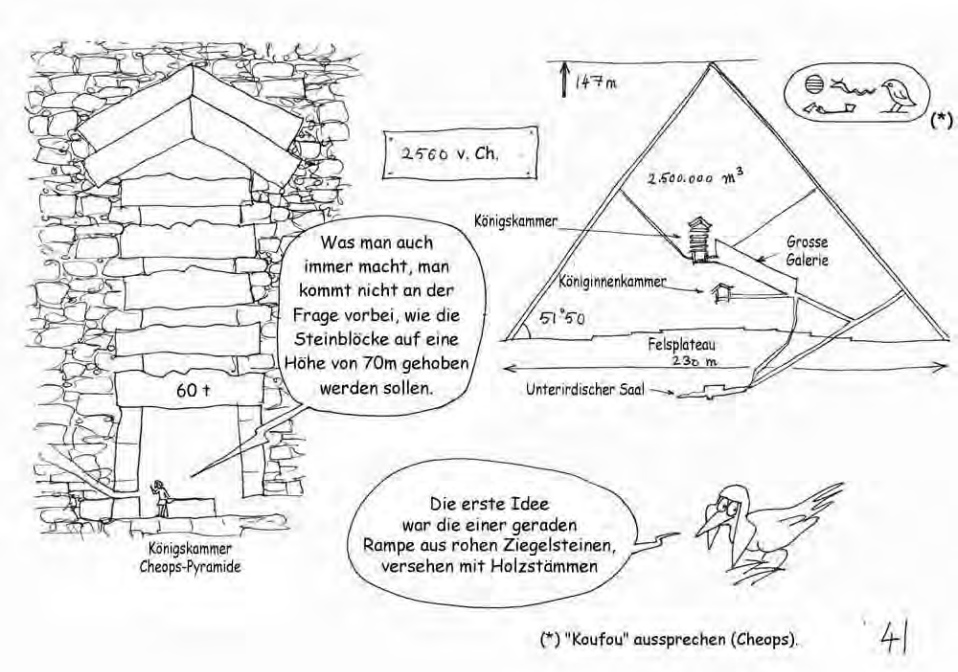


Um einen so einschneidenden Vortrag zu halten, muss man in der Lage sein, ein glaubhaftes Modell entgegen zu stellen. Davon ist man aber weit entfernt .

(*) Direktor des Büros für Antike Architektur in Paris von 1972-2003. Autor des Werkes "Die Archäologie im Gegensatz zur Fälschung", Herausgeber Laffont 1975.

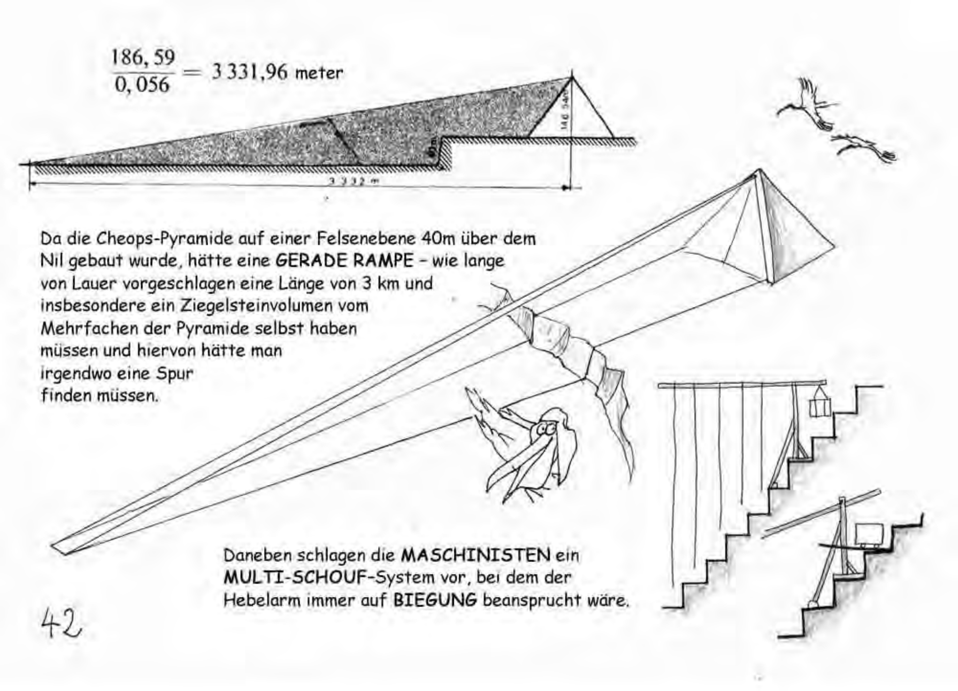

Adam wird dann zum Mitglied des KLUB DER MASCHINISTEN und schlägt zum Heben der Steinblöcke ein vom orientalischen SCHADUF abgeleitetes Modell vor. Diese Skizze aus seinem Buch ist physikalisch falsch, da das Verhältnis der HEBELARME bei 1.6 liegt; um einen Stein von 2,5 t zu heben benötigte man eine Hebellast von 2500/1.6 = 1562 kg was unrealistisch ist.
Der algerische Schaduf
rund zehn Liter Wasser
?..
Im übrigen erlaubt das Gelenk nach der Skizze von Adam nur vertikale Bewegungen und man kann nicht erkennen wie man die Nutzlast auf die nächste Stufe absetzen kann.
Vielleicht soll dies eine antike Form des Hebelarmes darstellen.


Auf seiner Phantasie aufbauend und dem,
was er den gesunden Menschenverstand nennt wird
Adam danach zum Vertreter der RAMPENTHEORIE.
Er schlägt daher eine schräge, seitliche Rampe mit
einer Neigung von 11° vor.
124m
118m
110m
100m
85m
62m
37m
11°
Wie sollen dabei die Richtungswechsel ablaufen ?
60
11°
Um 60 t bei einer Neigung von 11° zu ziehen bedarf es einer Zugkraft von 3t und damit von 150 Arbeitern. Um sie auf der Rampe unterzubringen müsste diese mindestens 15 m breit sein.
Und wie soll man die Richtungswechsel durchführen?
Und wie soll man die Rampe an die Pyramidenwand anbinden ?
AUA !



Königskammer
Cheops-Pyramide

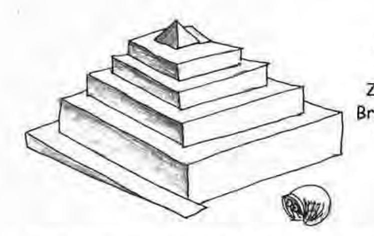
(*) "Koufou" aussprechen (Cheops).



$$\frac{186,59}{0,056} = 3\,331,96 \text{ meter}$$

Da die Cheops-Pyramide auf einer Felsenebene 40m über dem Nil gebaut wurde, hätte eine **GERADE RAMPE** – wie lange von Lauer vorgeschlagen eine Länge von 3 km und insbesondere ein Ziegelsteinvolumen vom Mehrfachen der Pyramide selbst haben müssen und hiervon hätte man irgendwo eine Spur finden müssen.

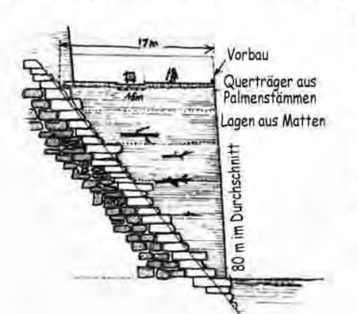
Daneben schlagen die **MASCHINISTEN** ein **MULTI-SCHOUF**-System vor, bei dem der Hebelarm immer auf **BIEGUNG** beansprucht wäre.



Georges Goyon, offizieller Ägyptologe des Königs Farouk, schlägt eine Rampe aus rohem Ziegelstein vor, die sich mit 15 m Breite (für die rund 200 Zugkräfte) rund um die Pyramide bis oben windet.

Aber die rein mechanische Festigkeit einer solchen Rampe ist problematisch denn sie müsste an den Verkleidungssteinen der Pyramide befestigt werden.

Weiteres Hindernis: man verliert jeden Kontakt mit der Pyramidenoberfläche.

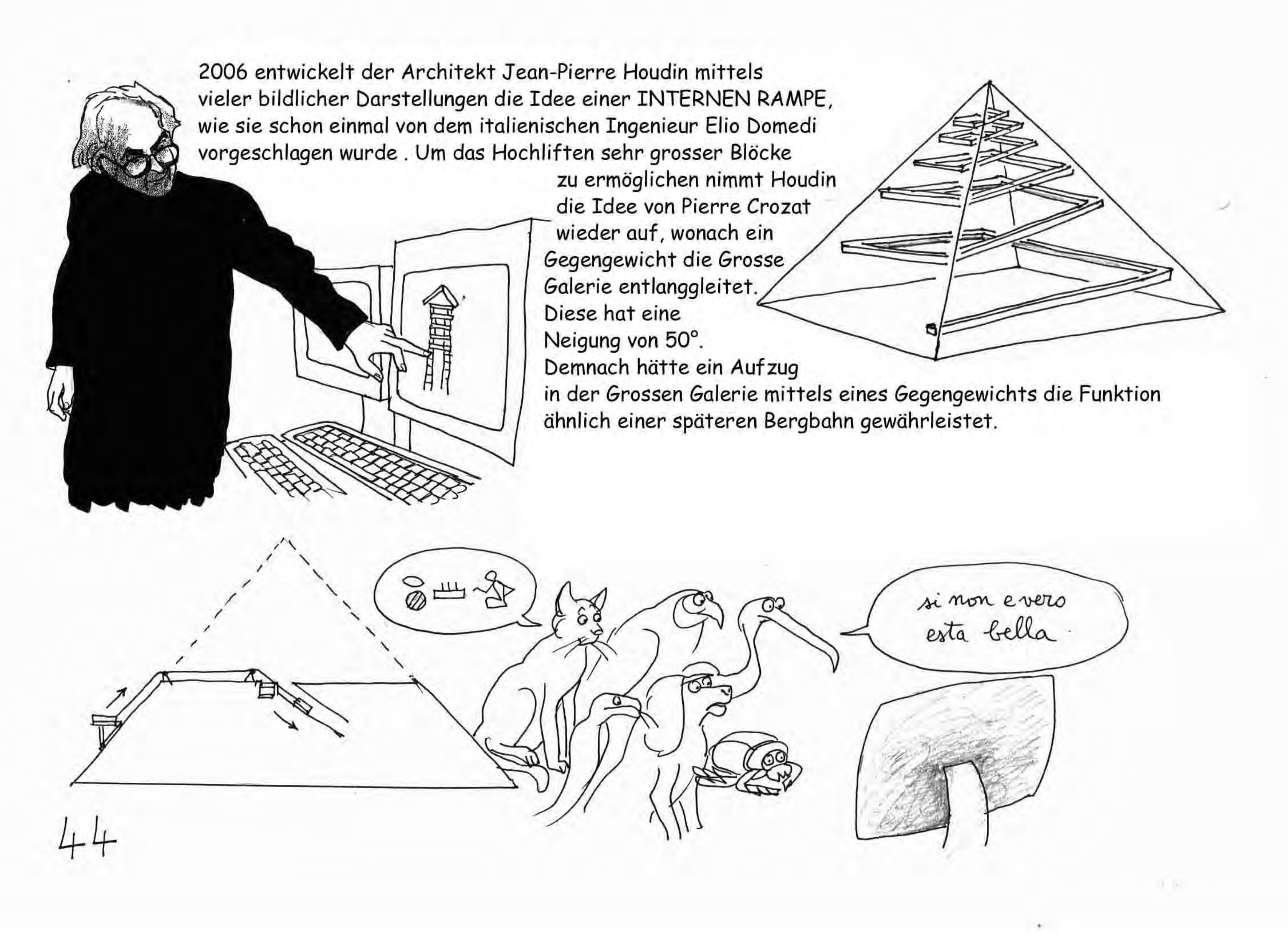




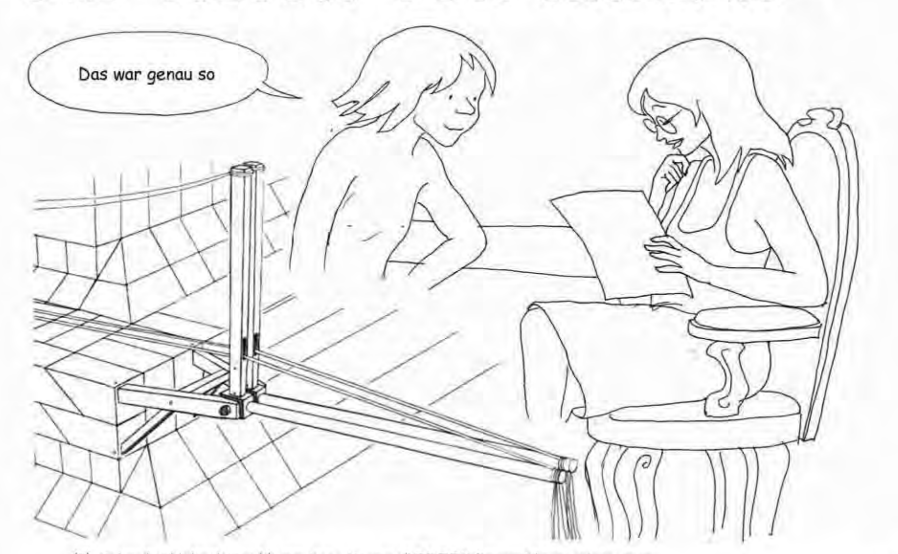
Georges Goyon, CNRS
1905 – 1996

Der Bau der Pyramide benötigt jederzeit eine genaue Lagebestimmung aller Bauteile und dies erfordert einen Zugang zu ihrer Mittelachse und ein zentrales Loch mit einem Bleilot.

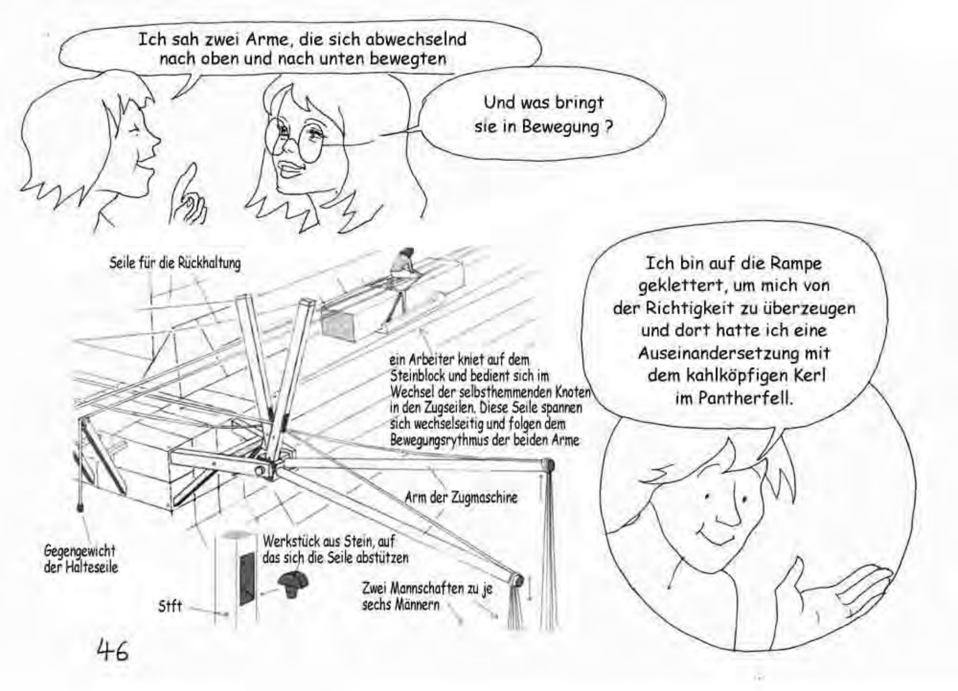
(*) Das Geheimnis der Grossen Pyramiden, Neuausgabe von 1997, Verlag Pygmalion, Frankreich.

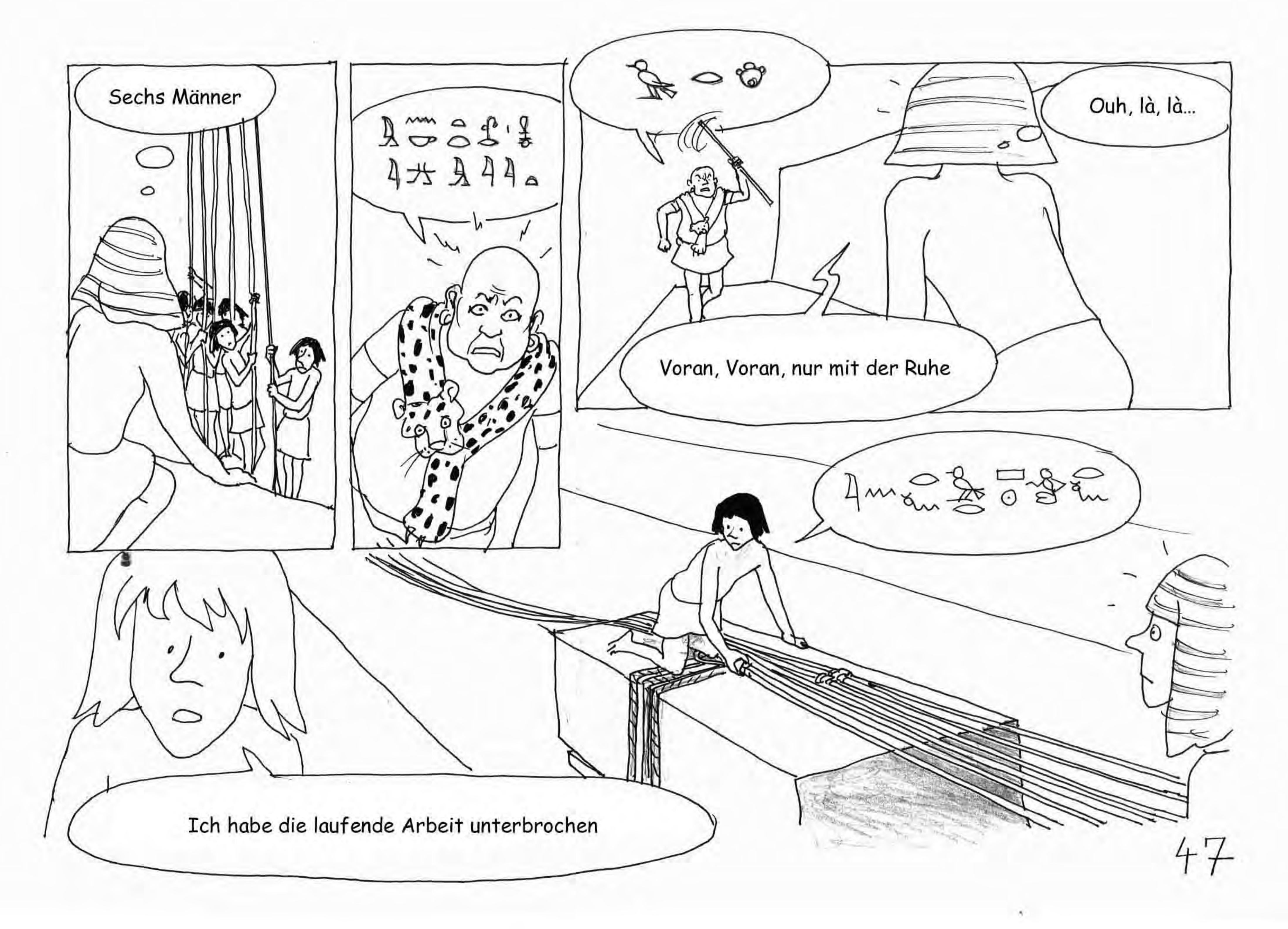

2006 entwickelt der Architekt Jean-Pierre Houdin mittels vieler bildlicher Darstellungen die Idee einer INTERNEN RAMPE, wie sie schon einmal von dem italienischen Ingenieur Elio Domedi vorgeschlagen wurde . Um das Hochliften sehr grosser Blöcke zu ermöglichen nimmt Houdin die Idee von Pierre Crozat wieder auf, wonach ein Gegengewicht die Grosse Galerie entlanggleitet. Diese hat eine Neigung von 50°. Demnach hätte ein Aufzug in der Grossen Galerie mittels eines Gegengewichts die Funktion ähnlich einer späteren Bergbahn gewährleistet.
si non e vero esta bella

DiE ViSiON VON ANSELM(*)

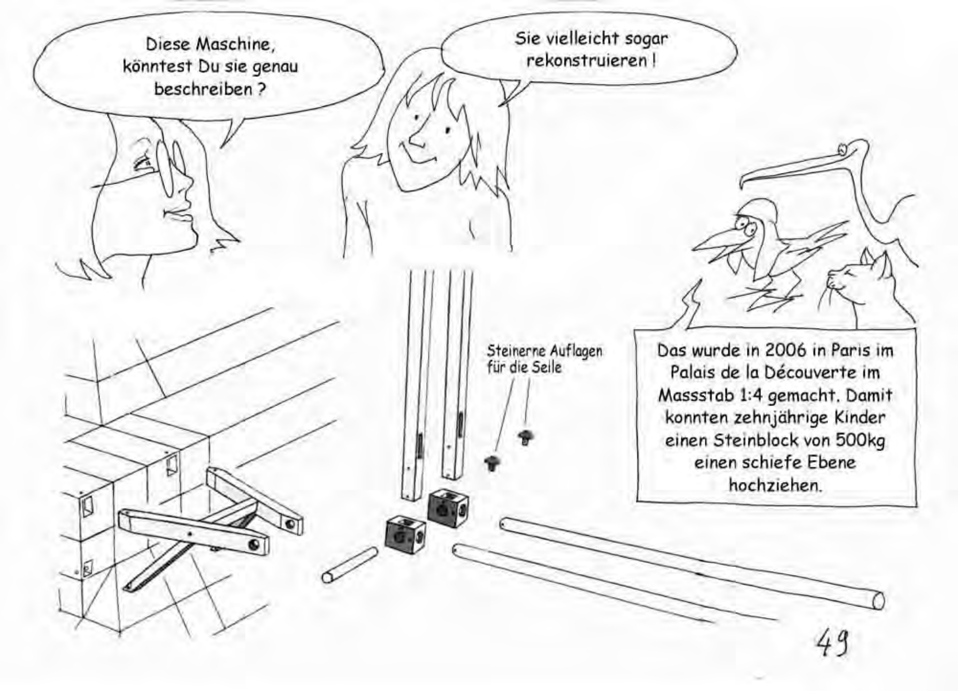


(*) siehe das Video http://www.jp-petit.org /VIDEOS/pyramide_montage.mov


Ich sah zwei Arme, die sich abwechselnd nach oben und nach unten bewegten
Und was bringt sie in Bewegung ?
Seile für die Rückhaltung
ein Arbeiter kniet auf dem Steinblock und bedient sich im Wechsel der selbsthemmenden Knoten in den Zugseilen. Diese Seile spannen sich wechselseitig und folgen dem Bewegungsrythmus der beiden Arme
Arm der Zugmaschine
Gegengewicht der Halteseile
Werkstück aus Stein, auf das sich die Seile abstützen
Zwei Mannschaften zu je sechs Männern
Stift
Ich bin auf die Rampe geklettert, um mich von der Richtigkeit zu überzeugen und dort hatte ich eine Auseinandersetzung mit dem kahlköpfigen Kerl im Pantherfell.


Sechs Männer
Ouh, là, là...
Voran, Voran, nur mit der Ruhe
Ich habe die laufende Arbeit unterbrochen

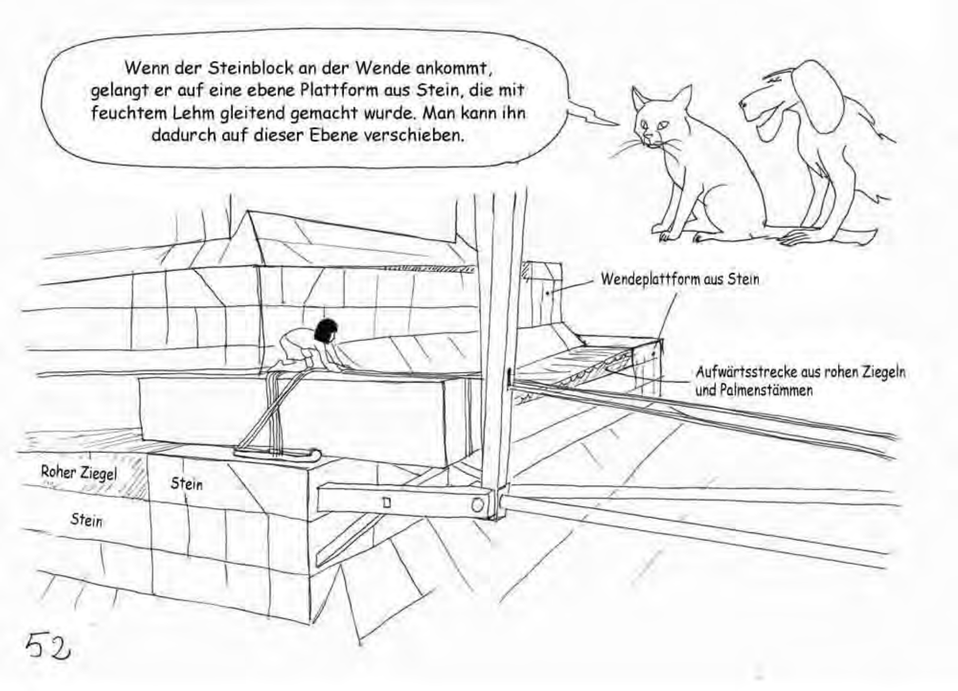

Nun, was hast
Du gemacht ?
Ich bin weggeflogen
Und alle Leute auf der Plattform
haben sich vor mir niedergeworfen
Und dann bin ich
zum Hotel zurückgekehrt
um mir Notizen
zu machen

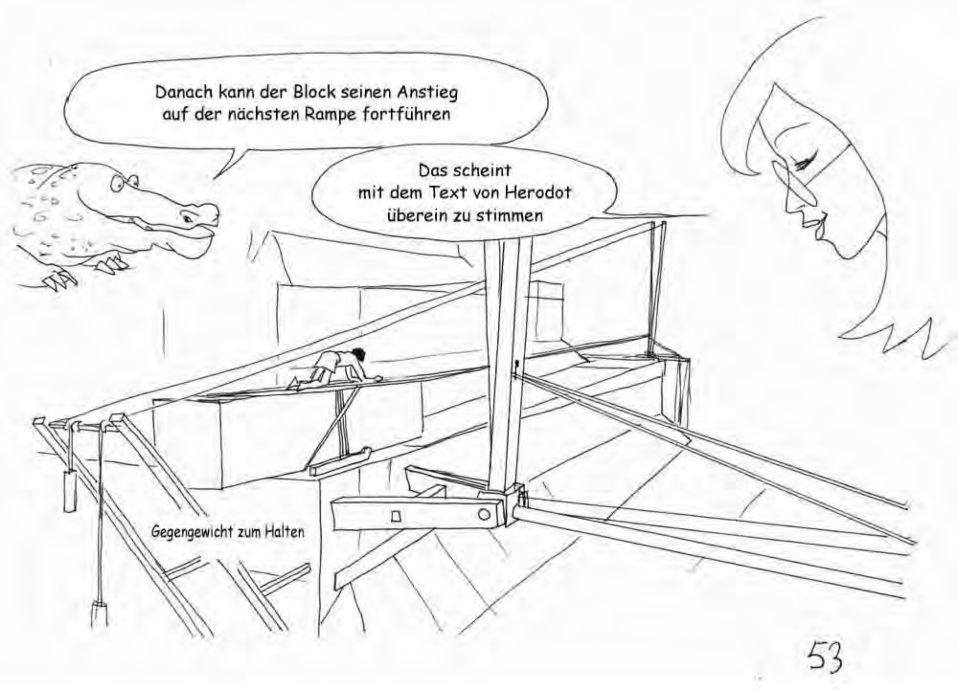

Diese Maschine, könntest Du sie genau beschreiben ?
Sie vielleicht sogar rekonstruieren !
Steinerne Auflagen für die Seile
Das wurde in 2006 in Paris im Palais de la Découverte im Masstab 1:4 gemacht. Damit konnten zehnjährige Kinder einen Steinblock von 500kg einen schiefe Ebene hochziehen.



(*) Authentisch.


A
B
Sie können dies selbst ausprobieren mit einem Besenstock und einer Kordel, das geht ganz gut
Der Steinblock bewegt sich recht schnell nach oben, ohne Unterbrechung
Sicher, aber wie geht das weiter, wenn man zur Ecke kommt ?
Kein Problem
Die Rampe von Goyon war aus rohen Ziegeln; diese hier ist aus Steinen.


Wenn der Steinblock an der Wende ankommt, gelangt er auf eine ebene Plattform aus Stein, die mit feuchtem Lehm gleitend gemacht wurde. Man kann ihn dadurch auf dieser Ebene verschieben.
Wendeplattform aus Stein
Aufwärtsstrecke aus rohen Ziegeln und Palmenstämmen
Roher Ziegel
Stein
Stein


Danach kann der Block seinen Anstieg auf der nächsten Rampe fortführen
Das scheint mit dem Text von Herodot überein zu stimmen
Gegengewicht zum Halten



Herodot, griechischer Geschichtsschreiber aus dem 5. Jahrhundert vor Christus hat sich von ägyptischen Priestern den Bau der Pyramiden erklären lassen und folgendes dazu geschrieben:

Εποιήθη δὲ ὧδε αὕτη ἡ πυραμὶς ἀναβαθμῶν τρόπον, τὰς μετεξέτεροι κρόσσας, οἱ δὲ βωμίδας ὀνομάζουσι· τοιαύτην τὸ πρῶτον ἐπείτε ἐποίησαν αὐτήν, ἤειρον τοὺς ἐπιλοίπους λίθους μηχανῇσι ξύλων βραχέων πεποιημένῃσι, χαμᾶθεν μὲν ἐπὶ τὸν πρῶτον στοῖχον τῶν ἀναβαθμῶν ἀείροντες· ὅκως δὲ ἀνίοι ὁ λίθος ἐπ᾽ αὐτόν, ἐς ἑτέρην μηχανὴν ἐτίθετο ἑστεῶσαν ἐπὶ τοῦ πρώτου στοίχου, ἀπὸ τούτου δὲ ἐπὶ τὸν δεύτερον εἵλκετο στοῖχον ἐπ᾽ ἄλλης μηχανῆς. Ὅσοι γὰρ δὴ στοῖχοι ἦσαν τῶν ἀναβαθμῶν, τοσαῦται καὶ μηχαναὶ ἦσαν, εἴτε καὶ τὴν αὐτὴν μηχανὴν ἐοῦσαν μίαν τε καὶ εὐβάστακτον μετεφόρεον ἐπὶ στοῖχον ἕκαστον, ὅκως τὸν λίθον ἐξέλοιεν· λελέχθω γὰρ ἡμῖν ἐπ᾽ ἀμφότερα, κατά περ λέγεται. Ἐξεποιήθη δ᾽ ὦν τὰ ἀνώτατα αὐτῆς πρῶτα, μετὰ δὲ τὰ ἐχόμενα τούτων ἐξεποίευν, τελευταῖα δὲ αὐτῆς τὰ ἐπίγαια καὶ τὰ κατωτάτω ἐξεποίησαν.

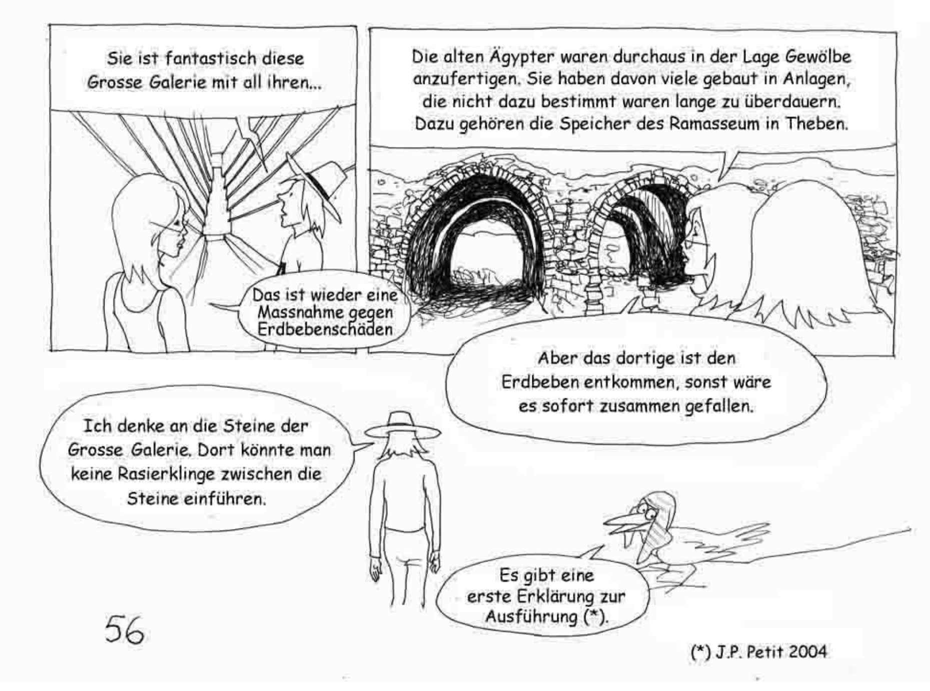
Die Pyramiden wurden in Stufen (ἀναβαθμῶν) gebaut; einige hatten Kragsteine (κρόσσας), andere Plattformen (βωμίδας). Nachdem man so angefangen hatte, hob man vom Boden die nächsten Steine (λίθους) mit Hilfe von Maschinen (μηχανῆσι) hoch auf den ersten Rang der Absätze.
Sobald ein Steinblock angekommen war, setzte man ihn auf die nächste Maschine, die sich auf diesem ersten Absatz befand. Von dort aus ging es mit einer anderen Maschine weiter nach oben, denn man benutzte ebenso viele Maschinen wie es Absätze gab.Vielleich hatten sie aber auch nur eine Maschine, die leicht von einem Absatz auf den nächsten zu verlegen war.

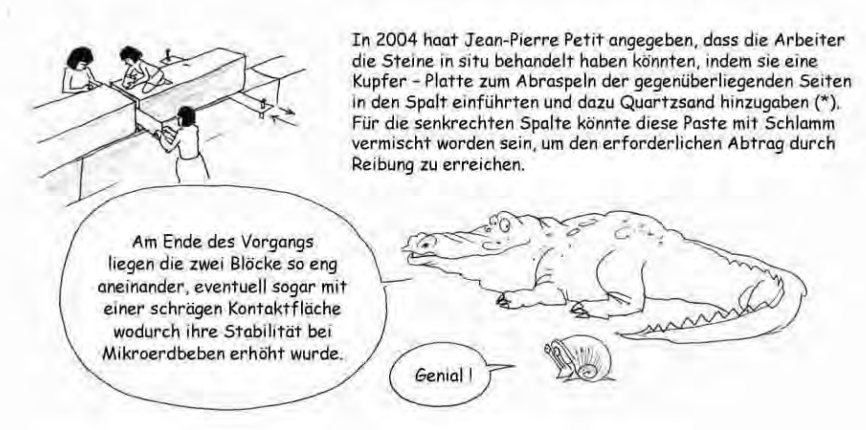
Das System von Anselm ist eine Maschine-Rampe-Kombination, mit dem Unterschied, dass die letztere aus Stein ist. Die Krossai (κροσσας) sind Steine, die aus der Pyramide herausragen; die Architekten nennen sie **Kragsteine**. Dadurch liegt die Last der Rampe auf den horizontalen Teilen.



Die Bomiden (βομιδας) sind die Eckplattformen, auf denen man selbst die schwersten Lasten drehen konnte. Wie Herodot berichtet werden diese Steinblöcke von der folgenden Maschine übernommen usw. Anselm und Sophie haben lange mit Karton und Kleber gebastelt, um das nachzubauen, was Anselm im Traum gesehen hat. Sie finden dies im Anhang beschrieben, so dass Sie Ihr eigenes Modell nachbauen können. Da diese Rampe aus Stein ist, kann sie Lasten von mehreren zig-Tonnen aufnehmen.

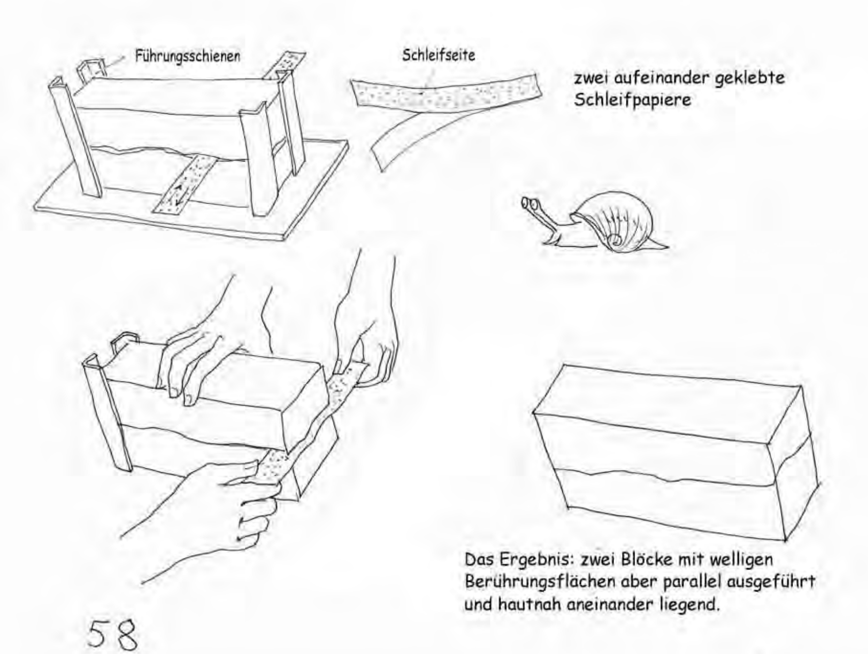
Diese Rampe ist breit genug, so dass die absteigenden Mannschaften die aufsteigenden Schlitten mit den Steinlasten nicht behinderten. Die Feinarbeiten hinterlassen wenig nicht wiederverwendbare Abfälle (die dreiwinkligen Blöcke). Der Rest konnte wiederverwendet werden beim Bau anderer Pyramiden als Elemente ihrer äusseren Rampen. So hat Snefrou, Vater von Cheops, seine zwei Pyramiden bei Daschur gebaut. Genauso haben sein Sohn Cheops, sein Enkel Chefren und sein Urenkel Mykerinos die ihren gebaut.


Sie ist fantastisch diese Grosse Galerie mit all ihren...
Das ist wieder eine Massnahme gegen Erdbebenschäden
Die alten Ägypter waren durchaus in der Lage Gewölbe anzufertigen. Sie haben davon viele gebaut in Anlagen, die nicht dazu bestimmt waren lange zu überdauern. Dazu gehören die Speicher des Ramasseum in Theben.
Aber das dortige ist den Erdbeben entkommen, sonst wäre es sofort zusammen gefallen.
Ich denke an die Steine der Grosse Galerie. Dort könnte man keine Rasierklinge zwischen die Steine einführen.
Es gibt eine erste Erklärung zur Ausführung (*).
(*) J.P. Petit 2004

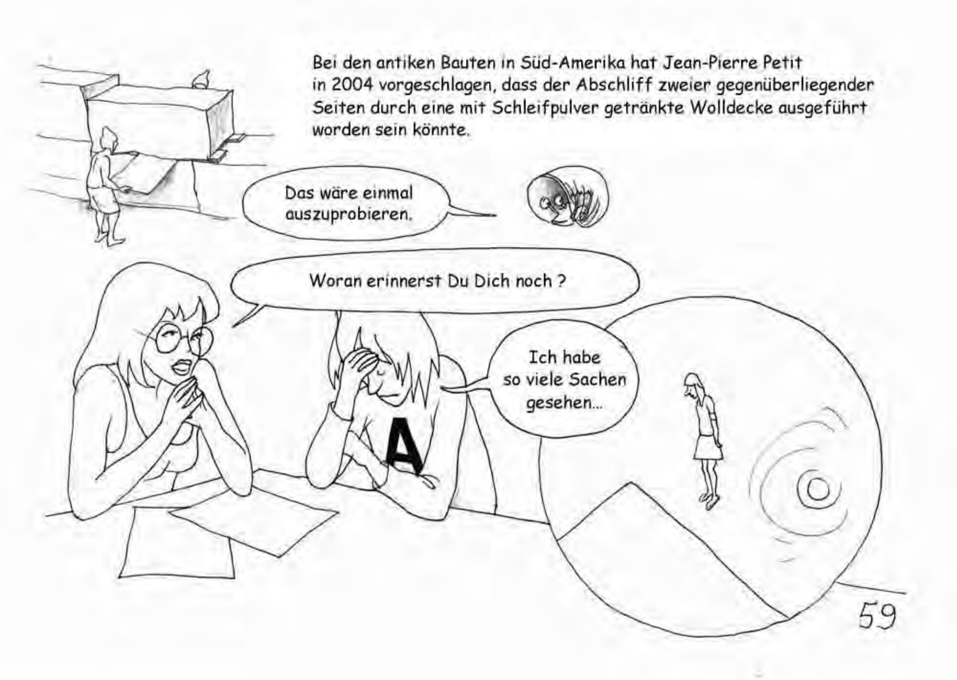


Sie können dieses Konzept darstellen mit Hilfe von zwei Balsablöcken. Heben Sie zuerst die Ebenheit der beiden gegenüberliegenden Flächen auf mit irgendeinem Hilfsmittel. Danach reiben Sie die beiden Flächen aneinander mit einem doppelseitigen Schleifpapier, das Sie durch Zusammenkleben zweier Schleifbänder herstellen.

(*) aus Corydon, das in Süd-Ägypten bei Assuan sehr häufig vorkommt.



Das Ergebnis: zwei Blöcke mit welligen Berührungsflächen aber parallel ausgeführt und hautnah aneinander liegend.


Bei den antiken Bauten in Süd-Amerika hat Jean-Pierre Petit in 2004 vorgeschlagen, dass der Abschliff zweier gegenüberliegender Seiten durch eine mit Schleifpulver getränkte Wolldecke ausgeführt worden sein könnte.
Das wäre einmal auszuprobieren.
Woran erinnerst Du Dich noch ?
Ich habe so viele Sachen gesehen...
A


Während die zwei Maschinen im Wechsel arbeiteten und den Holzschlitten mittels Skiern auf einem feuchten Lehmbett gleitend nach oben zogen, habe ich gesehen, dass die Rampen aus Schichten bestanden.
Bei diesen Rampensystemen hat man immer das gleiche Problem: wie soll man sie auf dem Untergrund befestigen bei einer generellen Neigung von 52° ?
Diese Rampe dort bestand aus STEIN.
Ja, aber wo sind die hunderttausend Kubikmeter Baumaterial, die doch übrigbleiben müssen von einem STÜTZAUFBAU AUS STEINEN ?



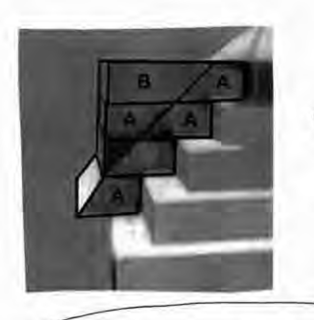
Verkleidung der Pyramide Ounas bei Sakkarah

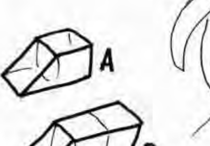
Cheops, die Basis

Verkleidung der rhomboidischen Pyramide



Am Standort Gizeh findet man überwiegend DREIECKIGE STEINE.
Da dieser Standort als Steinbruch für die nahe Stadt Kairo gedient hat, sind sie liegen geblieben, weil man für sie keine Verwendung hatte.
Unmöglich sie als Verkleidungselemente zu verwenden.
Dies könnte ein Rest des Verschnitts der Steinrampe sein.







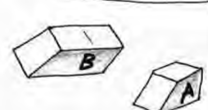
Was sagst Du zu diesem Rampenmodell aus drei Bauelementen: den Blöcken vom Typ **A** und **B** sowie einem Parallelogramm P. Die habe ich in meinem Traum gesehen.

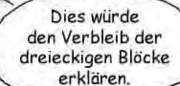
Wenn die Pyramide fertig ist so kann man nur die beiden Elemente **A** und **B** für eine Weiternutzung mitnehmen oder man schneidet den grauen Teil ab um die Pyramidenansicht zu erhalten.



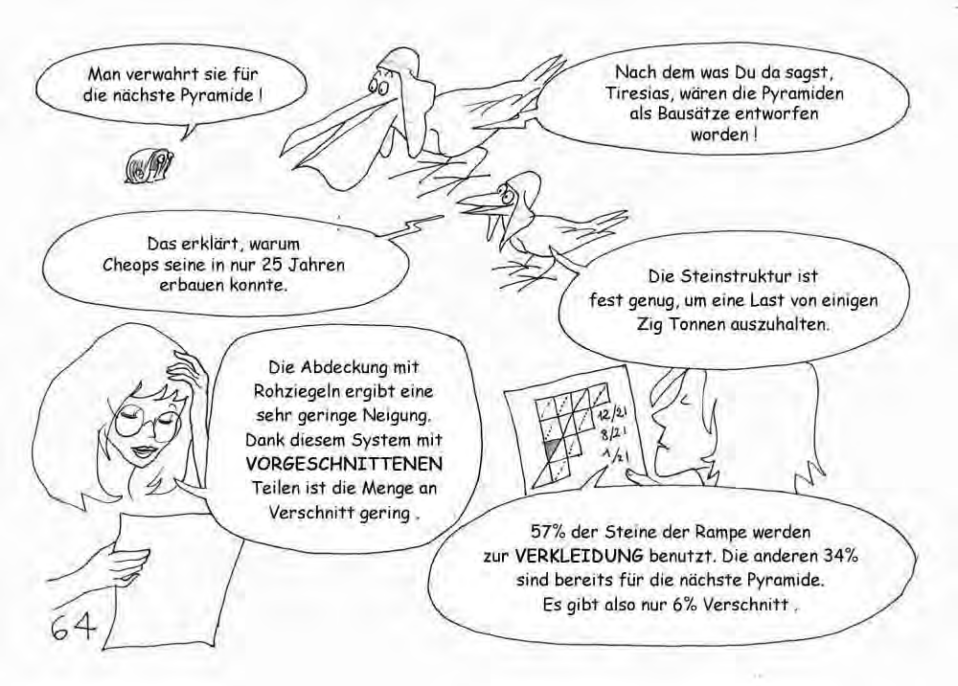
Aber was macht man mit den Blöcken **A** und **B** ?

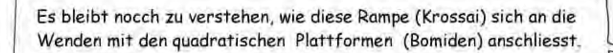






Dies würde den Verbleib der dreieckigen Blöcke erklären.


Man verwahrt sie für die nächste Pyramide !
Nach dem was Du da sagst, Tiresias, wären die Pyramiden als Bausätze entworfen worden !
Das erklärt, warum Cheops seine in nur 25 Jahren erbauen konnte.
Die Steinstruktur ist fest genug, um eine Last von einigen Zig Tonnen auszuhalten.
Die Abdeckung mit Rohziegeln ergibt eine sehr geringe Neigung. Dank diesem System mit VORGESCHNITTENEN Teilen ist die Menge an Verschnitt gering .
12/21
8/21
1/21
57% der Steine der Rampe werden zur VERKLEIDUNG benutzt. Die anderen 34% sind bereits für die nächste Pyramide. Es gibt also nur 6% Verschnitt .



DiE STEiNRAMPE NACH JEAN PiERRE PETiT

Sophie und Anselm haben mit dem Bau von Modellen aus Millimeter-Papier mit Quadraten von 5 mal 5 mm begonnen. Wir werden auch damit beginnen.

DER ALGORiTHMUS

Das ist die Lösung des folgenden geometrischen Problems:

Wie kann man durch **WIEDERHOLUNG DER BAUSTEINE** ein Objekt erschaffen, das eine Symmetrie vierter Ordnung (eine Pyramide) besitzt und zwar mit Hilfe eines Baus mit ansteigendem und spiralförmigem Zugang?



Anschliessend will man dieses Objekt das sich auf einer darunter liegenden Pyramidenstruktur abstützt einerseits als ein **BAUGERÜST AUS STEIN** für den Transport von Blöcken auf einer ansteigenden Rampe und andererseits nach Bauende als Verkleidung nutzen. Und das mit einem Minimum von nicht wiederverwendbarem Verschnitt. (*)

Fangen wir mit der Arbeit an mit diesem Millimeter-Papier.

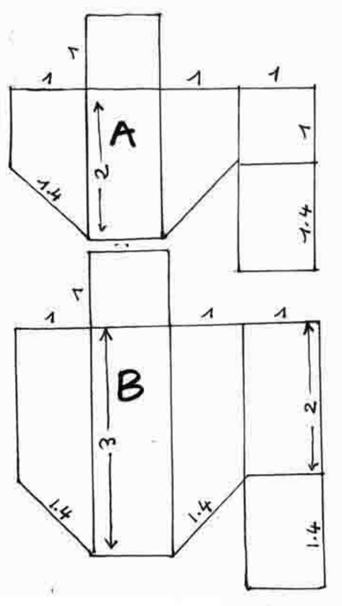
Guten Tag.

?...

(*) Die vielen dreieckigen Blöcke  auf der Baustelle von Gizeh.

Sie sind der neue Pharao Cheops. Ihr Vater, Snefrou, hat Ihnen einen Berg von bearbeiteten Steinen hinterlassen , aus dem er sich für seine **ROTE PYRAMIDE** sowie die **RHOMBOIDISCHE Pyramide** bedient hat und zwar weiter im Süden auf dem Standort DASCHOUR . Ein wirklicher Baukasten zum Aufbau eines Steingerüstes: diese Steine erlauben Ihnen den Bau einer Super-Pyramide in gerade 20 Jahren. Auch weil die Steine durch ihre Herkunft aus dem Steinbruch von Gizeh von vornherein flache horizontale Seiten haben, denn sie stammen aus Sedimentschichten eines groben Kalkgesteins, die durch Lehmschichten voneinander getrennt sind.

Sie fertigen die Blöcke vom Typ **A** und Typ **B** (*).





(*) Falls Sie zur Holzbearbeitung neigen, schneiden Sie sich Plättchen zu von 2 mal 2 cm Querschnitt.

Diese Längen sind nur als Beispiele zu sehen. Das ist die Einheit **u**.

Eine Einheit = 2 cm

Eine Einheit

4 Einheiten

4 Einheiten

Ansicht der Pyramide

ELEMENT C

Durch wiederholtes Gleiten mit einem Kugelschreiber über die Falten im Millimeter-Papier erleichtern Sie das Falten.

Durch Anfügen von 4 Elementen des Typs **A** und 4 des Typs **B** erhalten Sie das Teil *C* , das die Ecken-Plattform *C* wiedergibt auf der die Monolithen bis 60 t (insgesamt 52 Stück bei der Cheops-Pyramide) auf einem feuchten Lehmbett die 90° -Drehung ausführen; diese Technik ist auf einem Relief dargestellt und man sieht wie 172 Lastenträger die Statue des Djehudihotep ziehen. Siehe Seite 29.

Falls Sie an der Wirksamkeit dieser Technik zweifeln, so giessen Sie ein wenig Geschirr-Spülmittel auf die Kacheln Ihres Badezimmers und dann versuchen Sie, den Raum zu durchqueren ohne hinzufallen.



Das ECKTEIL besteht aus vier Lagen vorgeschnittener Steine.

Unten sieht man, wie die nächste Lage aufzubauen ist, die Lage D, und zwar immer auf der Basis der Standardblöcke A und B.

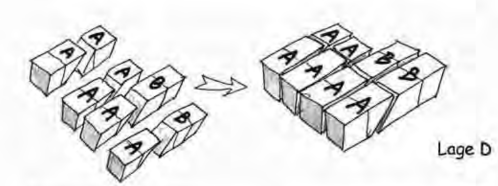
A
B
A
B

Zusammenbau C

Zusammenbau D

Zusammenbau E

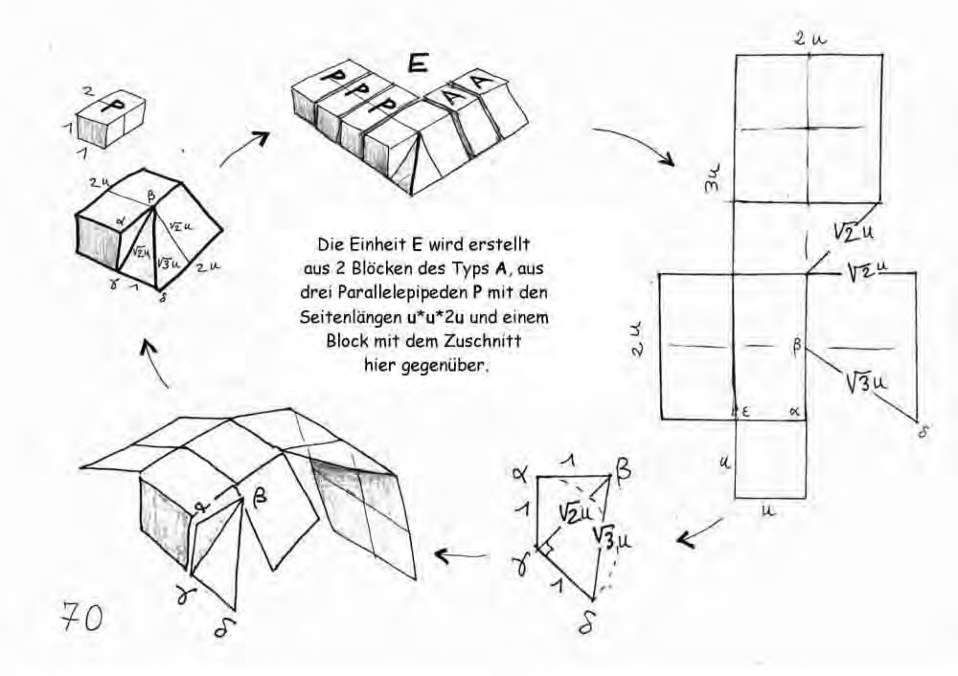
Zusammenbau F



Lage D

Vorderseite der Pyramide

Im Folgenden werden wir so tun als ob die Neigungen immer einheitlich 45° gegenüber der Waagerechten wären. Dagegen haben die Pyramiden Vorderseiten ,die etwas mehr geneigt sind und zwar ist die Neigung von Cheops 14/11, also ein Winkel von 51° 30min 34s. Die Puristen mögen diesen Wert einführen indem sie die Einheit **u** ersetzen durch 11/14 **u** oder 0,7857 **u**.

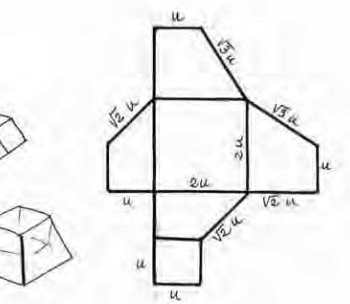


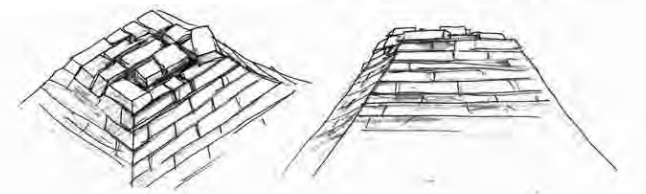
Die Einheit E wird erstellt aus 2 Blöcken des Typs **A**, aus drei Parallelepipeden P mit den Seitenlängen u*u*2u und einem Block mit dem Zuschnitt hier gegenüber.

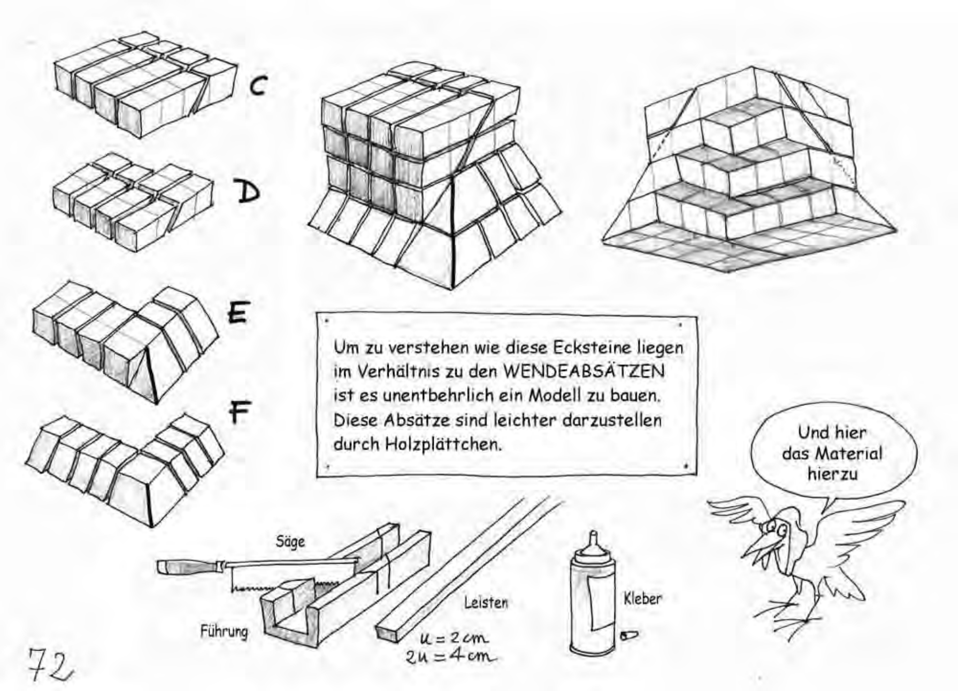
Der Verschnitt des Blocks vom Typ **E** stellt den einzigen Abfall dar: ein **DREIECKIGER BLOCK**, wie man ihn am Standort Gizeh in Mengen findet.

Kante der Pyramide

Die letzte Lage **F** besteht aus 7 Blöcken des Typs **A** und einem Block vom Zuschnitt hier gegenüber.
Alle sind Bestandteile der Verkleidung.
Man findet Kombinationen solcher Blöcke in den Überresten des oberen Teils der Pyramide von Chefren.

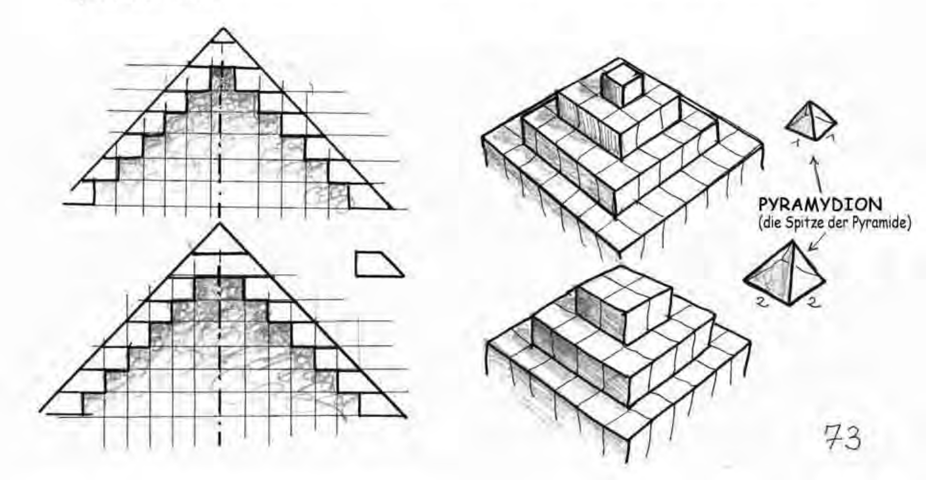





C
D
E
F
Um zu verstehen wie diese Ecksteine liegen
im Verhältnis zu den WENDEABSÄTZEN
ist es unentbehrlich ein Modell zu bauen.
Diese Absätze sind leichter darzustellen
durch Holzplättchen.
Und hier
das Material
hierzu
Säge
Führung
Leisten
u = 2 cm
2u = 4 cm
Kleber

Nehmen wir an, wir haben jetzt mehrere **ECKTEILE** dieses Typs zu unserer Verfügung.
Wir werden jetzt sehen, wie sie einander ablösen von einem Absatz zum nächsten, wobei sie eine widerstandsfähige Unterlage für einen aufsteigenden Weg liefern, einer **SCHRAUBENFÖRMIGEN STEINRAMPE** dieses Typs. Dazu müssen Sie diese Absätze herstellen.

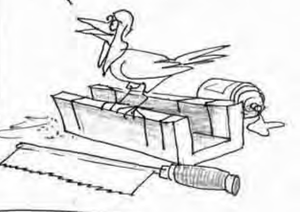
Es gibt zwei mögliche Absatz-Geometrien, wie die folgenden Bilder zeigen. Die Flanken sind identisch. Die Pyramiden unterscheiden sich nur durch die Lage der letzten Elemente zu ihren Spitzenelementen.







Hier sieht man
ein Modell mehrerer
Absätze, ausgeführt aus
Leisten von 2 und 4 cm,
einer Säge und Kleber.

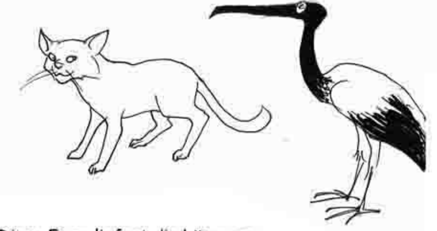






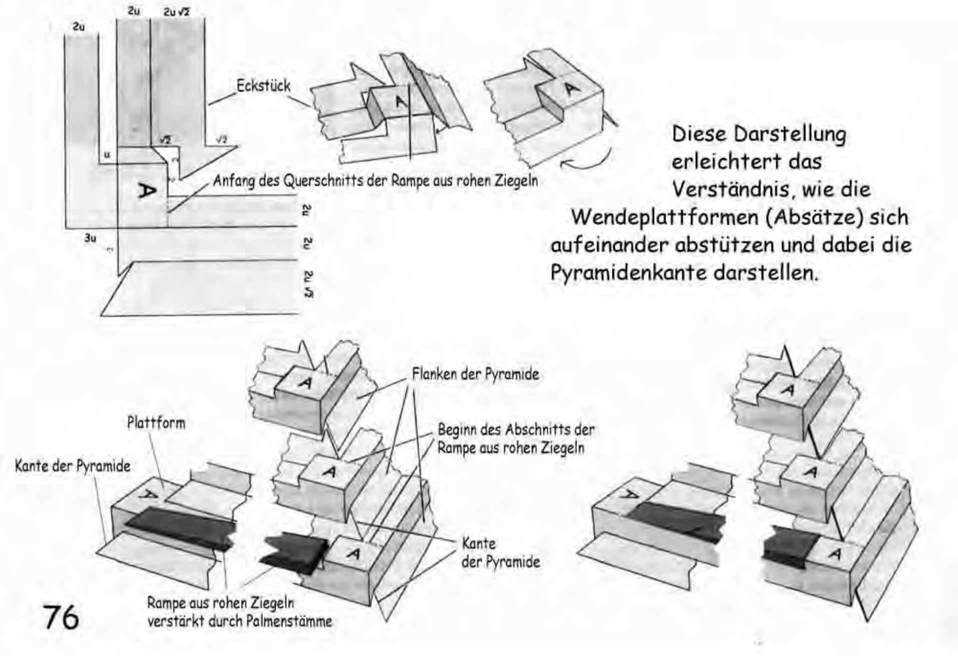
Und die aus Holz
hergestellten Eckteile.



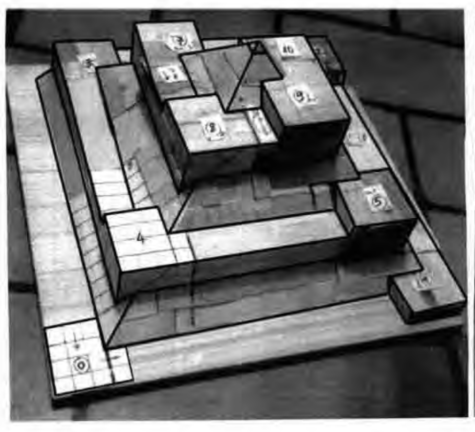


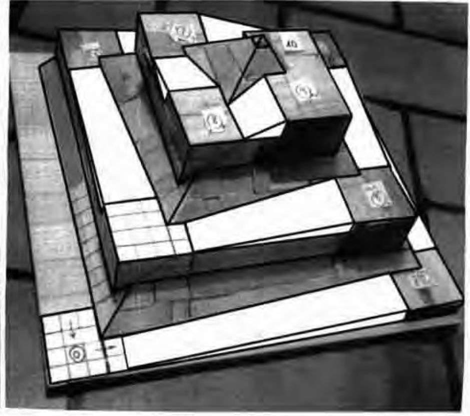
Diese Form liefert die Lösung zu unserem Problem. Gehen wir von der Position 4 aus, die einen Absatz darstellt. Wir lassen sie die Rampe entlang gleiten. Bei der nächsten Wende erhält sie eine Drehung um 90°, sowie eine Anhebung, die einer Absatzhöhe entspricht (Position 5). Das Gleiche gilt für 6, 7, 8. Das Teil gelangt schliesslich über die Position 4, wie dargestellt. Dank dieses sich **wiederholenden** Schemas erhalten wir den Algorithmus für den Aufbau der **STEINRAMPE** (*).

(*) Die **REKURSIVITÄT** (Wiederholung) ist ein Konzept, das in der Mathematik erst im 19. Jahrhundert auftaucht.



Diese Darstellung erleichtert das Verständnis, wie die Wendeplattformen (Absätze) sich aufeinander abstützen und dabei die Pyramidenkante darstellen.





Es ist einfach, den Aufbau der **ECKBLÖCKE** (Wendeplattformen) 4 bis 10 zu vervollständigen mit den Blöcken des Typs **A** und **B** sowie den seitenparallelen Blöcken mit den Längen **u**, **u**, **2u**. So wurde das bei dem linken Photomodell gemacht. Rechts, in weiss, wurden die geneigten Rampen aus rohem Ziegelstein angefügt, verstärkt durch Palmenstämme. Für diejenigen, die diese schwierige Geometrie genau verstehen möchten haben wir einen Anhang zugefügt. Dieser beschreibt mittels Photos alle Etappen der Montage des Modells und schliesslich den Abbau, um die **Verkleidung** frei zu legen.



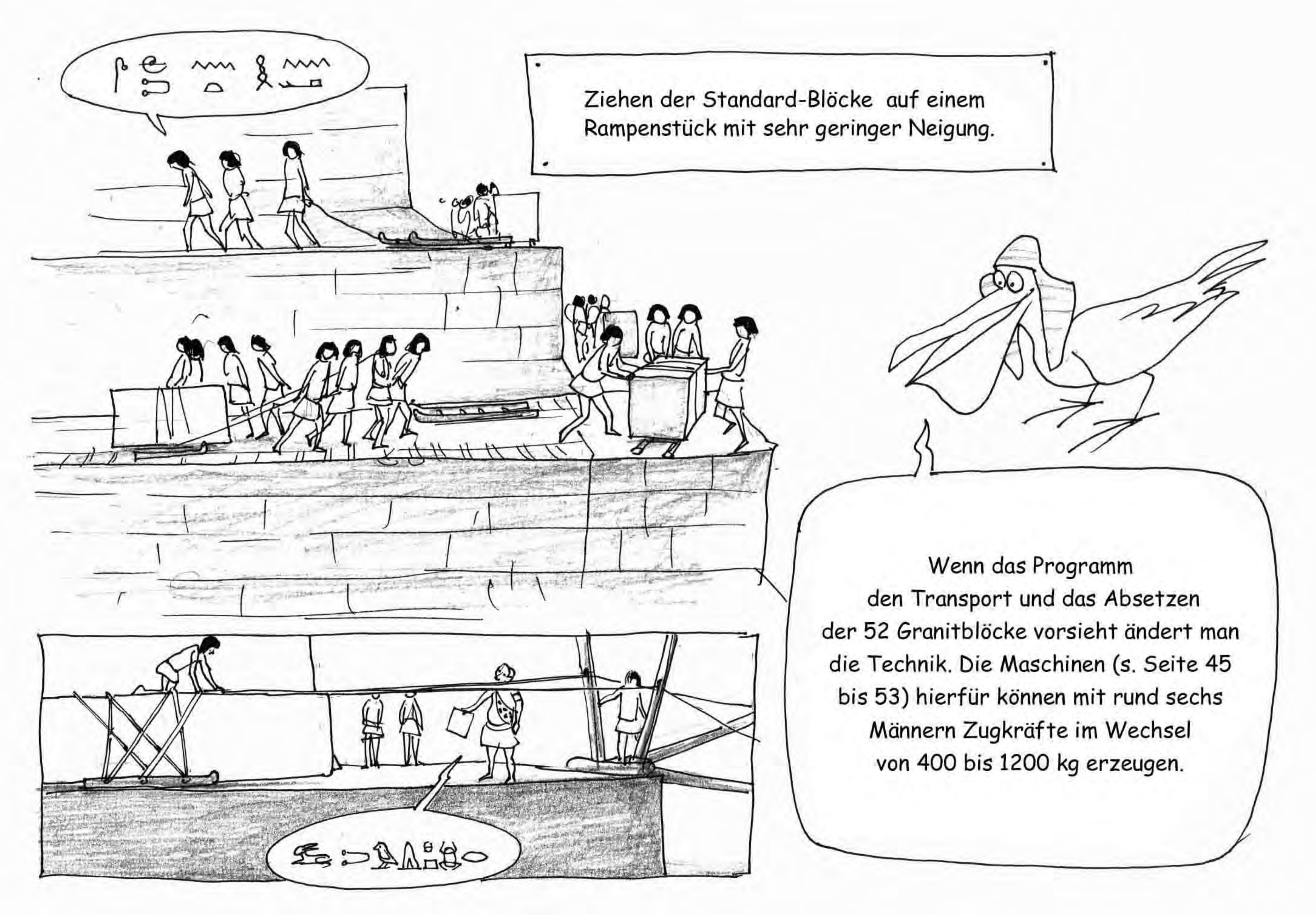
Gut, fassen wir zusammen. Wir verfügen über ein Transportsystem für die Bauteile der Pyramide mit Hilfe einer engen Steinrampe, aber breit genug für die gleichzeitige Passage der Arbeiter, wobei die einen die Blöcke von zweieinhalb Tonnen nach oben ziehen auf ihren Zugschlitten, während die anderen mit den leeren Schlitten absteigen .Auf 4/5 der Rampe ist die Neigung geringer als 1%, so dass die Zugkraft im wesentlichen nur dazu dient , die Reibung auf dem Schlamm zu überwinden. Dies kann also mit nur wenigen Leuten geleistet werden. An den Wendeecken kann die Drehung durch stossweises Verrücken erfolgen. Diese Rampe mit rund 30 Wenden erhöht ihren Anstieg auf den letzten Metern. Die komplette Länge der Rampe bei Cheops beträgt 13 km.

Eine Etage der Rampe

... alle vier Wenden

Cheops mit ihren Rampen

Entwicklung der Rampenneigung

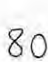

Ziehen der Standard-Blöcke auf einem Rampenstück mit sehr geringer Neigung.
Wenn das Programm den Transport und das Absetzen der 52 Granitblöcke vorsieht ändert man die Technik. Die Maschinen (s. Seite 45 bis 53) hierfür können mit rund sechs Männern Zugkräfte im Wechsel von 400 bis 1200 kg erzeugen.

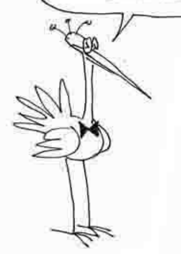
FLIESSEN UND ERDBEBEN



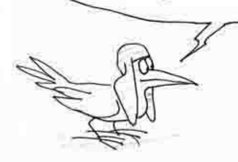








Die Entdeckung des **TEXTES DER PYRAMIDEN** im 19. Jahrhundert gibt ihnen und den **GRABSTÄTTEN** den Anschein von metaphysischen Maschinerien in Verbindung mit einer komplexen Thematik. Dieser Anschein der Dinge hat die Ägyptologen veranlasst, diese Strukturen unter einem **SYMBOLISCHEN** Winkel zu interpretieren. So hat die Erwähnung "einer Leiter für den Pharao zum Aufstieg in den Himmel" sie veranlasst, dass dieser Satz am Anfang der **STUFEN-PYRAMIDEN** stand.





Die Stufen-Strukturen sind allgegenwärtig unter den Pyramiden, zum Beispiel unter den drei Nachbar-Pyramiden derjenigen von Mykerinos (sie ist im Hintergrund sichtbar). Es scheint vernünftig anzunehmen, dass solche Stufen auch unter den Oberflächen der Pyramiden von Gizeh existieren . Zwar weniger beschädigt als andere je nach dem Stand der systematischen Plünderung durch Steinräuber während der gesamten antiken und modernen Geschichte Ägyptens. Bis zu dem Punkt, dass man sich fragen könnte ob die älteste Pyramide , die des Pharao **DJOSER** in Sakkarah, erbaut durch **IMHOTEP**, nicht anfänglich eine **GLATTE PYRAMIDE** war, die nach und nach in eine Stufen-Pyramide verwandelt wurde durch die **STEINRÄUBER**, so dass ihre unterschwelligen Stufen erkennbar wurden.



Die Pyramide des Pharao BJOZER in Sakkarah (2600 v. JC.)

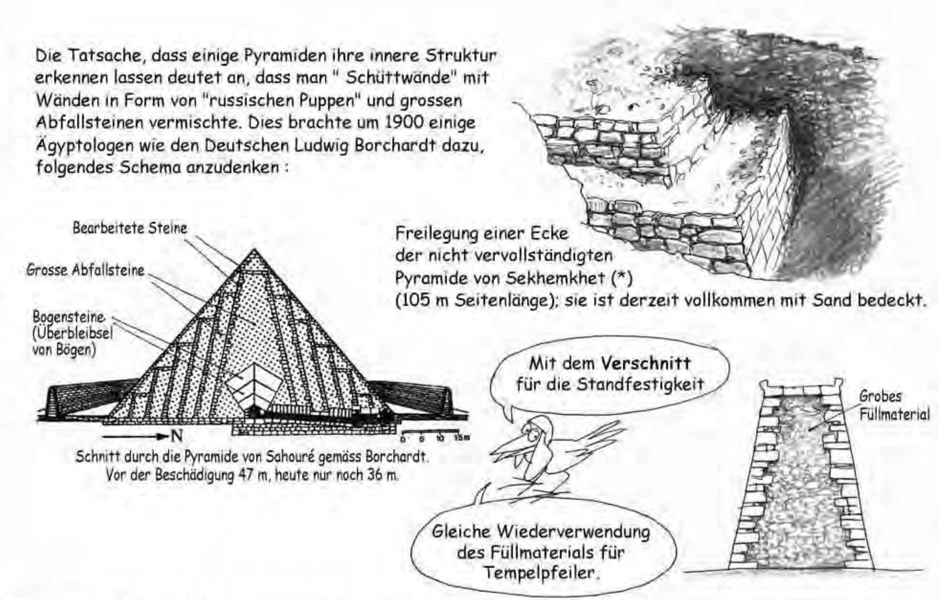
Von den rund sechzig ermittelten Pyramiden in Ägypten bieten die meisten eine heruntergekommene Aussen-Ansicht durch die Entwendung vieler Steine, obwohl ihre unterirdischen Strukturen sehr reichhaltig sind. Dies geschah seit der Epoche der Pharaonen. Im Anschluss ist die des Pharao Ounas (2320 v. JC) gezeigt, in deren Innerem sich der TEXT DER PYRAMIDEN befindet (siehe Seite 15).



Sakkarah, Rest der Pyramide des Ounas. Ursprüngliche Höhe 43 m, heute 11 m.

(*) Kalkstein ist ein Sedimentgestein.

Die Tatsache, dass einige Pyramiden ihre innere Struktur erkennen lassen deutet an, dass man " Schüttwände" mit Wänden in Form von "russischen Puppen" und grossen Abfallsteinen vermischte. Dies brachte um 1900 einige Ägyptologen wie den Deutschen Ludwig Borchardt dazu, folgendes Schema anzudenken :



Schnitt durch die Pyramide von Sahouré gemäss Borchardt.
Vor der Beschädigung 47 m, heute nur noch 36 m.

(*) Sie ist von gleicher Abmessung wie Djoser.

Wie bei der Pyramide von Ounas ist es beabsichtigt, die Grabkammer ausserhalb des Bodenniveaus mehr zum Zentrum hin zu legen. Dies hat die Baumeister dazu geführt, grosse Steinblöcke einzusetzen, um die enormen Kompressionskräfte von den oberen Steinlagen seitlich abzuleiten. Das ist ein sehr wirksames System im Falle von Erdbeben und eignet sich gut für eine Steinschüttung von oben.



Aber der Wunsch, die Grabkammer höher zu legen erzwang den Einsatz bearbeiteter Steine als Sockel; dies führte zum.

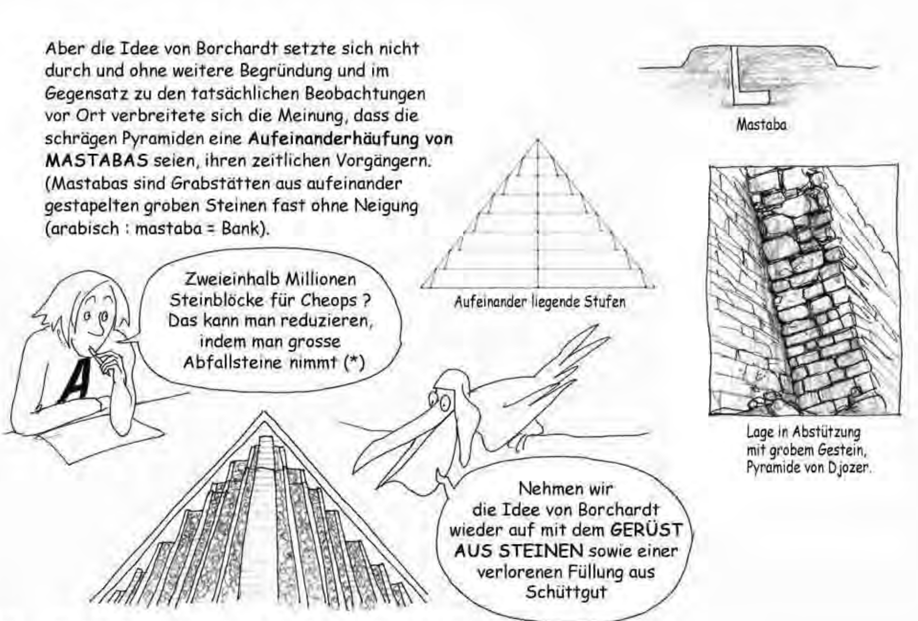
Modell der sich aufeinander abstützenden Stufen

Viele Spezialisten und Fachleute bleiben bei der Ansicht, dass die Baumeister des Alten Ägyptischen Reiches (2700 bis 2200 v JC) **EMPIRISCH** vorgingen. Entschlossen, dauerhafte Bauten zu errichten und im Bewusstsein der grossen Bedeutung der **ERDBEBEN** wussten sie jedoch sehr gut, worauf sie zielten und benutzten einfallsreiche und originelle Lösungen, intelligent in jeder Beziehung.

Aber wahrscheinlich hat keiner von ihnen vorausgesehen, dass das Überleben einer Pyramide im wesentlichen auf der Wahl einens sehr mittelmässigen Baumaterials beruht.

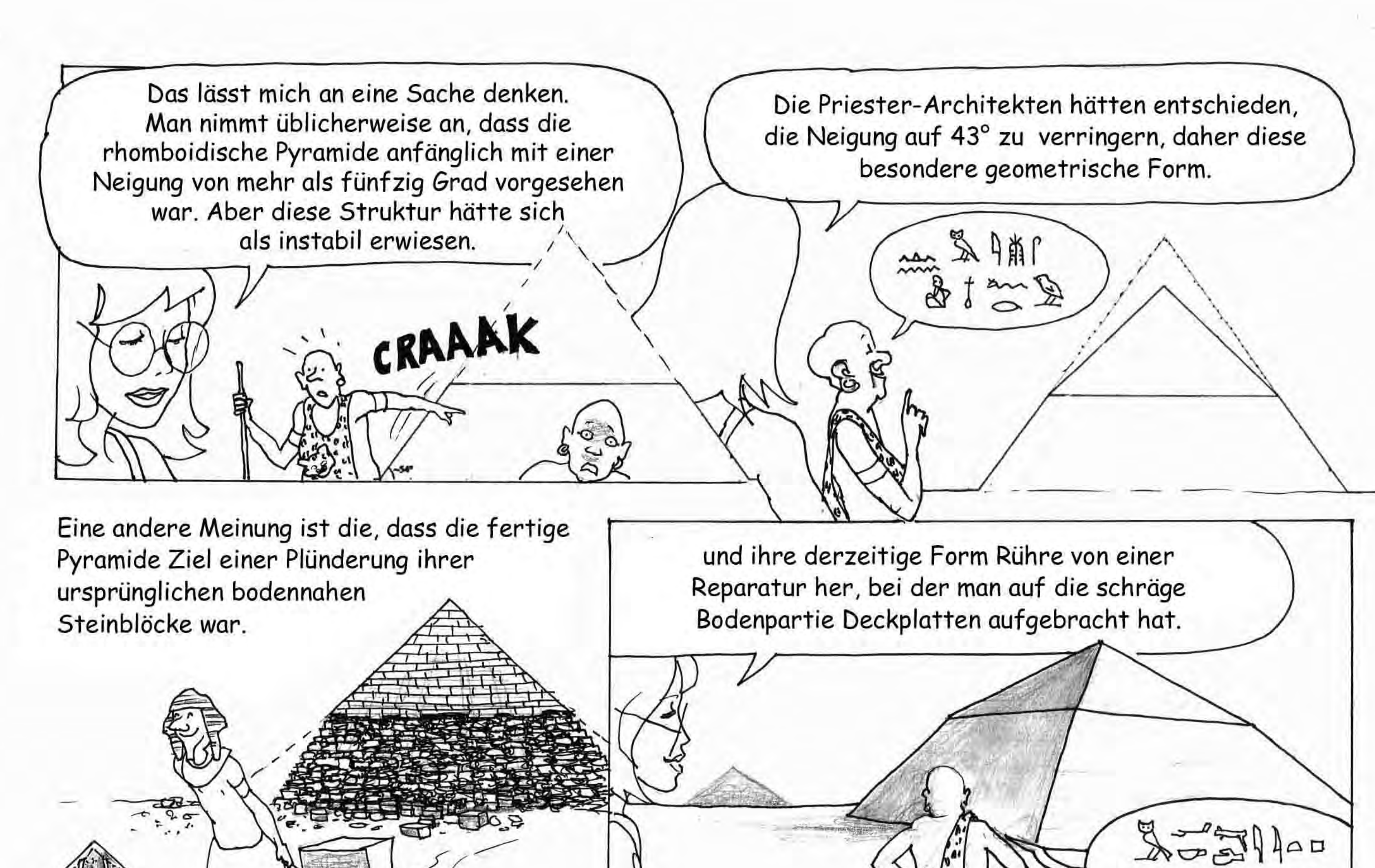


Aber die Idee von Borchardt setzte sich nicht durch und ohne weitere Begründung und im Gegensatz zu den tatsächlichen Beobachtungen vor Ort verbreitete sich die Meinung, dass die schrägen Pyramiden eine **Aufeinanderhäufung von MASTABAS** seien, ihren zeitlichen Vorgängern. (Mastabas sind Grabstätten aus aufeinander gestapelten groben Steinen fast ohne Neigung (arabisch : mastaba = Bank).

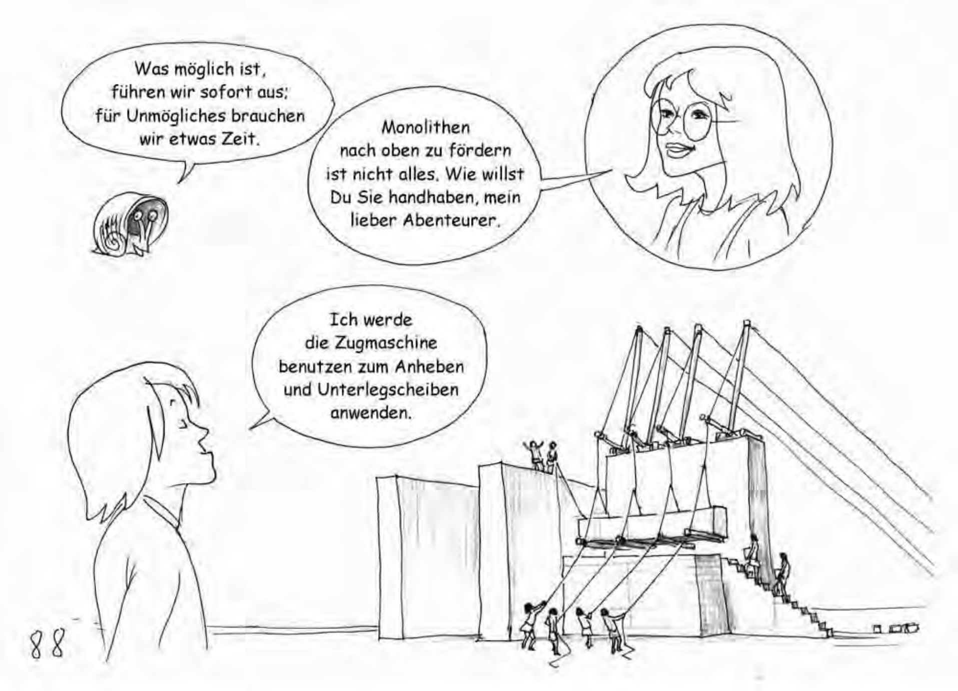


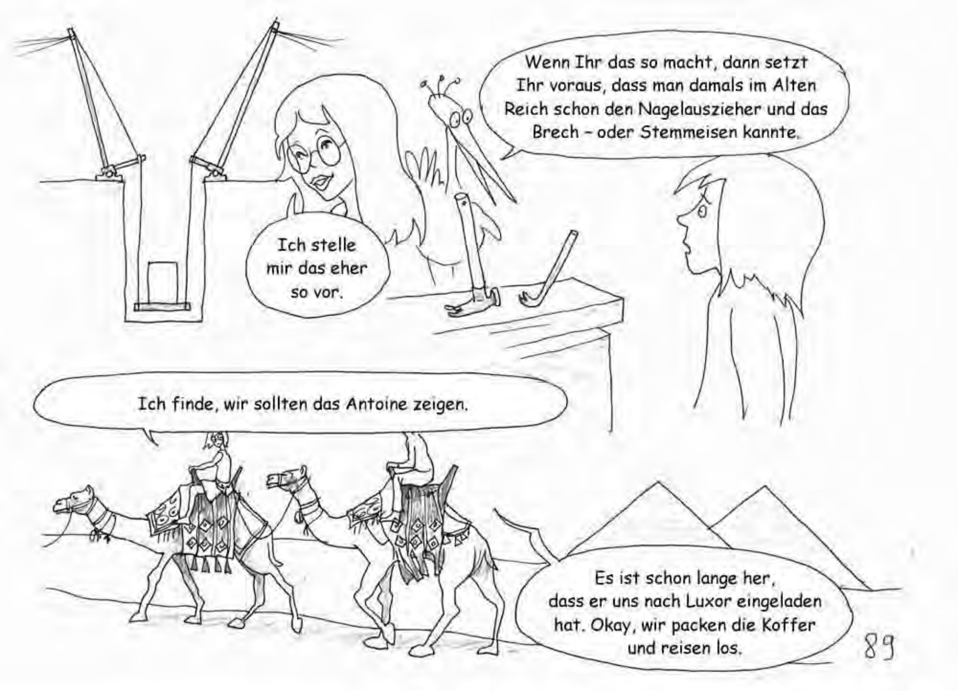
(*) Abfallsteine, die aber auf den Baugeländen durch Abwesenheit glänzen.


Das stimmt mit dem überein, was ich im Traum gesehen habe (Seite 48). Diese konzentrischen Vierecke bestehen aus Steinen vom Steinbruch in Gizeh und ihre horizontalen Seiten sind genau passförmig; dies erlaubt wegen der Reibung, der Tendenz der Pyramidenmasse zum Zerfallen durch FLIESSEN entgegen zu wirken. Es reicht, die Steine bei jeder neuen Lage diese ein bisschen zur Achse zu schieben.
Aber Deine Füllsteine werden sich setzen, das bleibt nicht stabil.
Nicht wenn man GIPS sukzessive zur Füllung der Hohlräume dazwischen giesst und dieses inhomogene Milieu so INKOMPRESSIBEL macht.



ohne die Plünderung und die anschliessende Reparatur wäre sie die Kopie der roten Pyramide (im Hintergrund).


Was möglich ist, führen wir sofort aus; für Unmögliches brauchen wir etwas Zeit.
Monolithen nach oben zu fördern ist nicht alles. Wie willst Du Sie handhaben, mein lieber Abenteurer.
Ich werde die Zugmaschine benutzen zum Anheben und Unterlegscheiben anwenden.

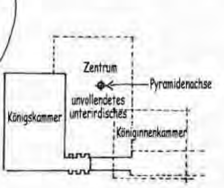

Wenn Ihr das so macht, dann setzt Ihr voraus, dass man damals im Alten Reich schon den Nagelauszieher und das Brech – oder Stemmeisen kannte.
Ich stelle mir das eher so vor.
Ich finde, wir sollten das Antoine zeigen.
Es ist schon lange her, dass er uns nach Luxor eingeladen hat. Okay, wir packen die Koffer und reisen los.


Mittelmeer
Alexandria
El Alamein
Gizeh
Sakkarah
Sinai
das Rote Meer
Abidos
das Tal der Könige
Karnak
Assouan
Luxor
Philae
In einer Felukke ist es romantischer
Du sagtest, dass Antoine ein tolles Haus besitzt
Seid willkommen, Ihr Verliebten
Hallo, Antoine
A
Wir kommen im Dorf an



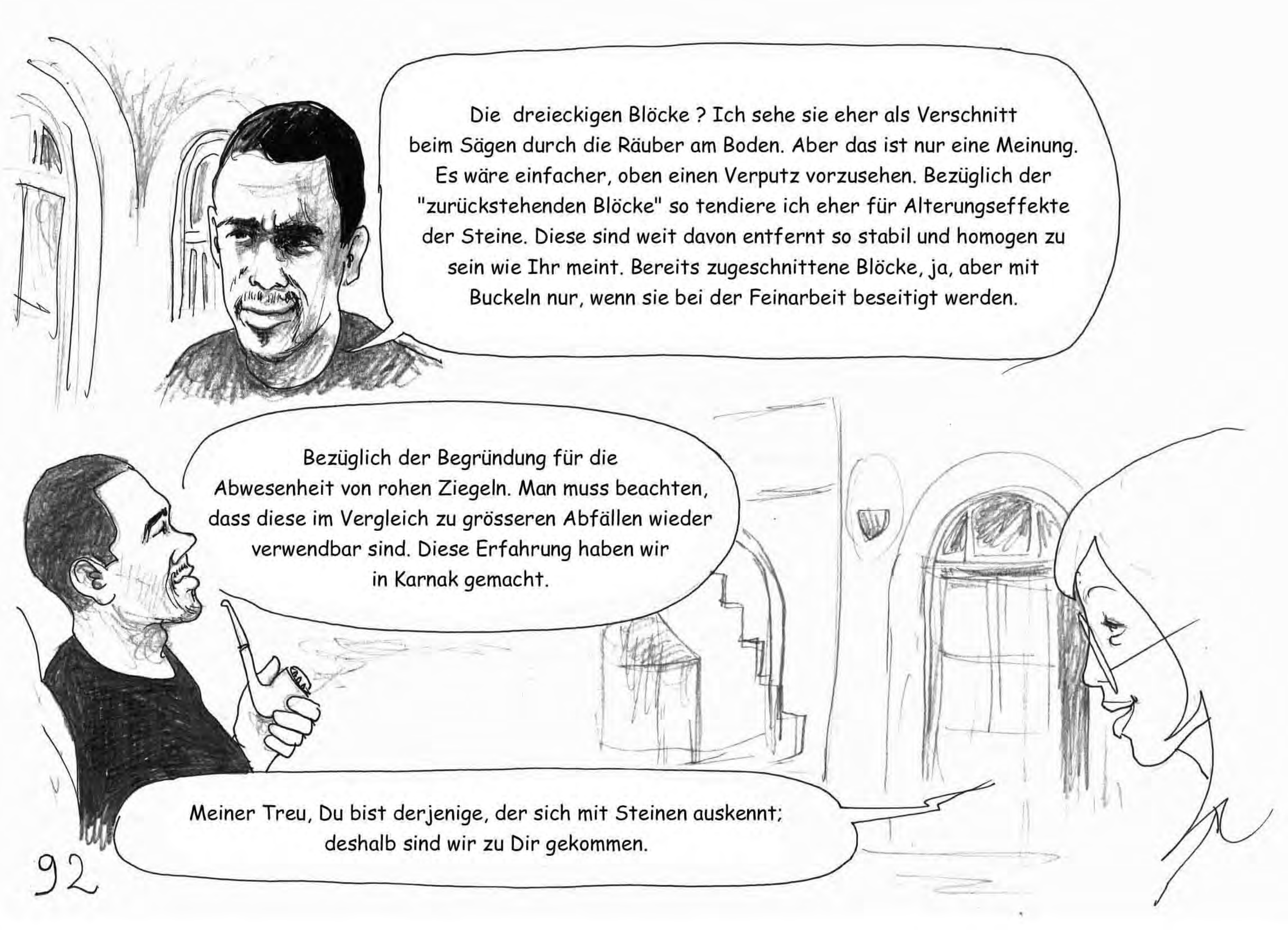


Das von Anselme beschriebene Objekt in seiner Maschine zur Verhinderung der Abnutzung der Seile existiert in der Tat. Aus Basalt hergestellt wurde es 1932 bei Gizeh von dem Ägyptologen Selim Hassan in der Nähe der Ruinen der Pyramide der Königin Khenkaoues gefunden.
Ich habe mir die Notizen angesehen, die Ihr mir geschickt habt
Die schräge Rampe aus Steinen: keine dumme Idee. Und Ihr übernehmt die Idee einer zentralen Säule. Aber wie macht Ihr das mit der Unterbringung der Kammern in der Cheops-Pyramide ?
Das haben wir verifiziert. Ausser wenn die Kammern unterirdisch sind befinden sie sich immer ausserhalb der Achse.



Zentrum
Pyramidenachse
unvollendetes unterirdisches
Königskammer
Königinnenkammer
Cheops

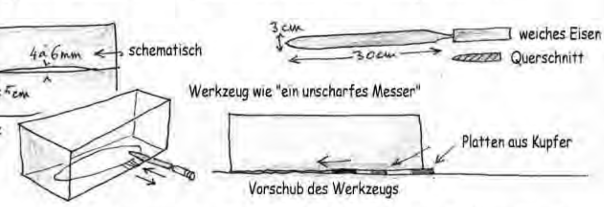



Die dreieckigen Blöcke ? Ich sehe sie eher als Verschnitt beim Sägen durch die Räuber am Boden. Aber das ist nur eine Meinung. Es wäre einfacher, oben einen Verputz vorzusehen. Bezüglich der "zurückstehenden Blöcke" so tendiere ich eher für Alterungseffekte der Steine. Diese sind weit davon entfernt so stabil und homogen zu sein wie Ihr meint. Bereits zugeschnittene Blöcke, ja, aber mit Buckeln nur, wenn sie bei der Feinarbeit beseitigt werden.
Bezüglich der Begründung für die Abwesenheit von rohen Ziegeln. Man muss beachten, dass diese im Vergleich zu grösseren Abfällen wieder verwendbar sind. Diese Erfahrung haben wir in Karnak gemacht.
Meiner Treu, Du bist derjenige, der sich mit Steinen auskennt; deshalb sind wir zu Dir gekommen.

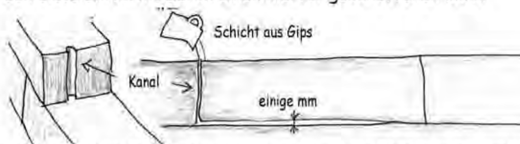

Antoine nimmt uns morgen auf seine Baustelle mit. Er sagt, er hat uns etwas Interessantes zu zeigen.
A
Zum Sägen der Spalte (Seite 57) gibt es die alte Vorstellung aus dem 19. Jahrhundert von Choisy und Petrie. Um mehr darüber zu wissen, habe ich ein Experiment mit Blöcken aus Sandstein vor.
Der Sandstein ist ein Felsgestein, das aus der Verfestigung von 80% Sandgestein mit einem Kalkzement entsteht. Er enthält also sein eigenes Schleifmittel.
JAMAL

Zu allen Zeiten und auch im Alten Reich stellt man fest, dass Steine jeder Grösse so eng aneinander angepasst worden sind, dass man keine Rasierklinge dazwischen einführen kann. Ausserdem sind die Spalte wellig. Seit dem 19. Jahrhundert haben Ägyptologen vorgebracht, dass diese Spalte "bearbeitet" worden sind. Antoine hat seine Aufmerksamkeit auf relativ junge Bauten (aus der Zeit des Ptolemäus) (*) aus Sandstein konzentriert. Die betrachteten Steine waren nicht auf allen Kontakt-Seiten bearbeitet, sondern nur auf ihrem Umfang auf einer Tiefe von 3 bis 5 cm. Der Rest der Oberfläche wurde "abgereichert". Auf den beiden sich gegenüberliegenden Seiten werden Konkavitäten von 3 bis 4 cm geschaffen.

Danach beginnt das Sägen der Spalte. Im Sandgestein lösen sich Silikatpartikel ab und liefern den gewünschten Schleifeffekt. Das Werkzeug kommt ungefähr 4 cm pro Minute voran. Je nach Fortschritt fügt man Distanzscheiben ein.



Wenn der Spalt fertig und perfekt ist, werden diese entfernt. Durch einen hierfür geschaffenen Kanal giesst man danach Gips in den freien Raum im Spalt. Der Kontakt zwischen den Blöcken ist nunmehr eng und vollkommen auf der ganzen Fläche.

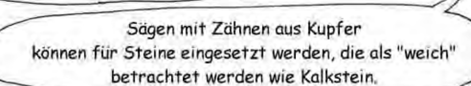


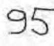
Eine kleine Welligkeit am Ende von nur einigen Millimetern reicht, um die genaue Lagerung der Blöcke zu garantieren.

(*) Von 300 bis 30 Jahre v JC.


CAROLE E. GARRIC A. BIFAO 117 2013
Ich sehe, Du hast weiches Eisen eingesetzt.
Die Idee war die Rekonstruktion dessen, was damals gemacht wurde.
Es gibt nur weiches Kupfer, weil es rein ist. Die reinen Metalle haben alle geringere mechanische Eigenschaften als ihre Legierungen. Die Ägypter hatten arsenikhaltiges Kupfer, dessen mechanische Eigenschaften denjenigen von Bronze nahe kommen.


0
10
20
30
40
50 cm
Man hat wohl Holzsägen, aber man hat keine Steinschiene gefunden.
Man hat nur ein halbes Dutzend Werkzeuge aus weichem Kupfer in den Grabkammern gefunden.


Sägen mit Zähnen aus Kupfer können für Steine eingesetzt werden, die als "weich" betrachtet werden wie Kalkstein.




Für harte Steine wie Granit gibt es Sägen ohne Zähne, deren Kupfer ein Schleifpulver mitführt.
Gewicht
Man weiss, dass die Ägypter die Löcher für Bolzen mittels Kupferrohren und Schleifmittel bohrten.
Dieses Rohr ist eine eingerollte Säge.
Ich will euch einen hübschen Trick zeigen. Ihr wisst, dass wir in Karnak unsere Zeit seit langem damit verbringen jede Menge Funde an die Oberfläche zu schaffen. Ihr seht hier diese Blöcke, die die Decke dieser Betstätte von Thutmosis III, Pharao um 1450 v JC bilden. Diese wiegen jeweils 72 Tonnen. Und dennoch, man hat sie nach oben befördert.
Mit einem Kran ?

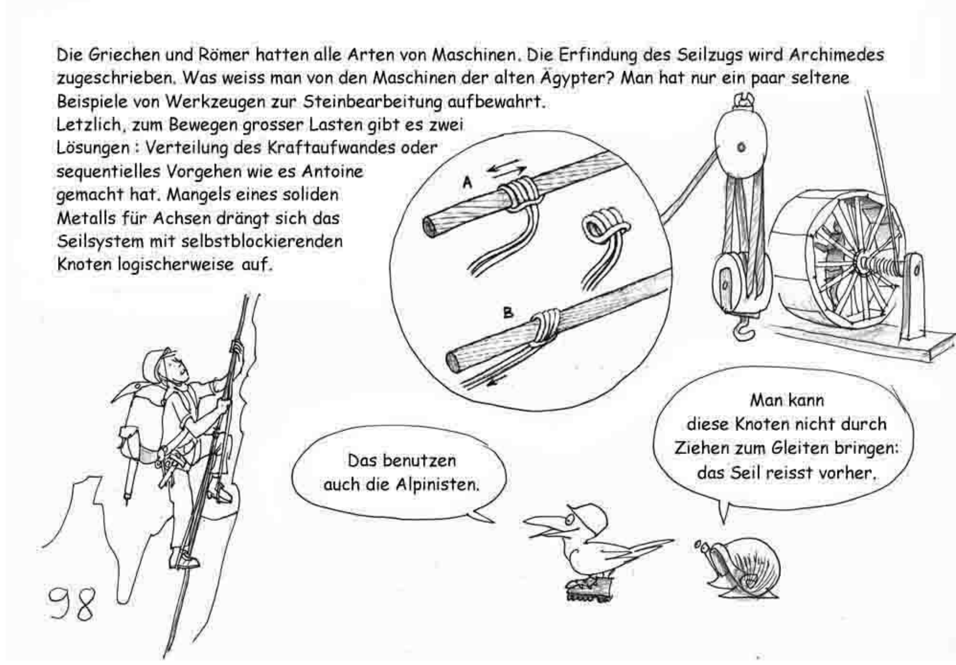
Unser Kran in Karnak hat eine maximale Belastbarkeit von 23 Tonnen. Aber ich mag Herausforderungen. Ich habe herausfinden wollen, ob ich das schaffen könnte mit Hilfe von einfachen hydraulischen Stempeln, Holzbalken und Steinen.

Man hat abwechselnd mit hydraulischen Stempeln angehoben, Holzunterlagen eingesetzt und das ganze begleitet durch entsprechendes Lastabsetzen auf einer parallel hochgezogenen Steinmauer. Wenn der Block bei 4,25 m angelangt war, haben wir ihn verschoben und schliesslich die ganze Zusatzmauer abgebaut.

Sehr gut, aber Thutmosis III hat das auch geschafft ohne hydraulische Stempel !

Hmm... mit einer Rampe aus rohen Ziegeln, Seilen und vielen Leuten !

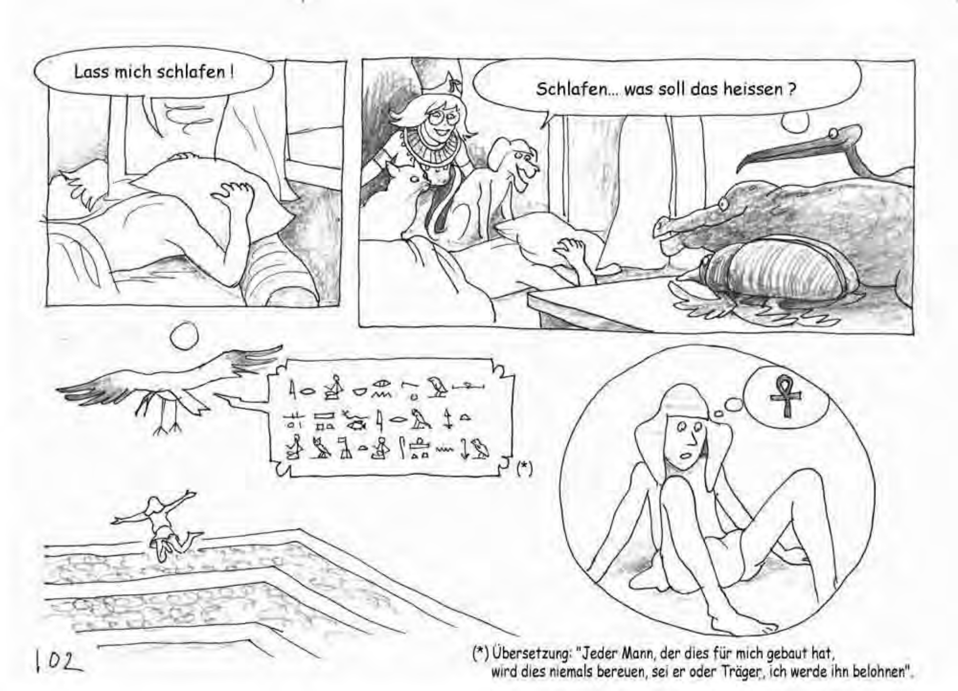



Die Griechen und Römer hatten alle Arten von Maschinen. Die Erfindung des Seilzugs wird Archimedes zugeschrieben. Was weiss man von den Maschinen der alten Ägypter? Man hat nur ein paar seltene Beispiele von Werkzeugen zur Steinbearbeitung aufbewahrt.
Letzlich, zum Bewegen grosser Lasten gibt es zwei Lösungen : Verteilung des Kraftaufwandes oder sequentielles Vorgehen wie es Antoine gemacht hat. Mangels eines soliden Metalls für Achsen drängt sich das Seilsystem mit selbstblockierenden Knoten logischerweise auf.
A
B
Das benutzen auch die Alpinisten.
Man kann diese Knoten nicht durch Ziehen zum Gleiten bringen: das Seil reisst vorher.


Euer Modell gefällt mir.
Das ergibt ein sehr schönes Puzzle.
Aber es fehlt noch etwas, die Pyramidensteine sind weit davon entfernt so gleichmässig zu sein. Die aufeinander folgenden Absätze haben Höhenunterschiede mit einem Faktor 1 bis 3 ! Das hängt von der Dicke der Schicht ab, aus der die Steine entnommen wurden. Man braucht ein genaues System der Kennzeichnung der Lagen der Blöcke.


Na denn, Euch Beiden eine gute Rückreise !
Sag mal, ich dachte an das, was Anselm zum Problem der Kennzeichnung der Steine sagte. Könnte ein kleiner Ausflug in das frühere Leben...
Hör auf mit Deinen Witzen, willst Du ?
Das, was ich dazu sagen möchte betrifft die Ägyptologie...
Damit zurück nach Kairo. Umso besser, denn bei Eurem Abgang habt Ihr etwas vergessen.

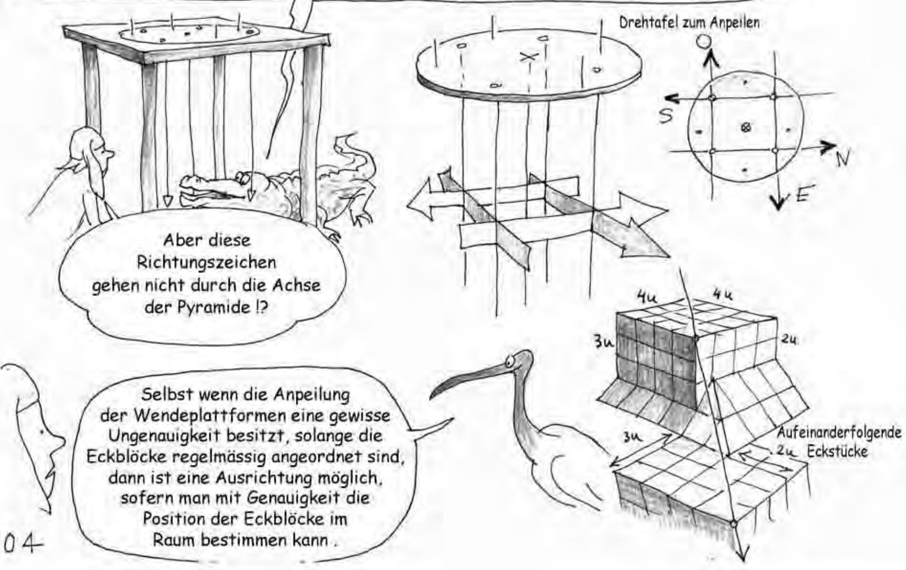

Was ist das für ein Ding,
das wir vergessen haben ?
Der
Skarabäus
Das... den hat mir ein Kerl
im Souk zugesteckt.
Kommst Du ?
Ich komme.



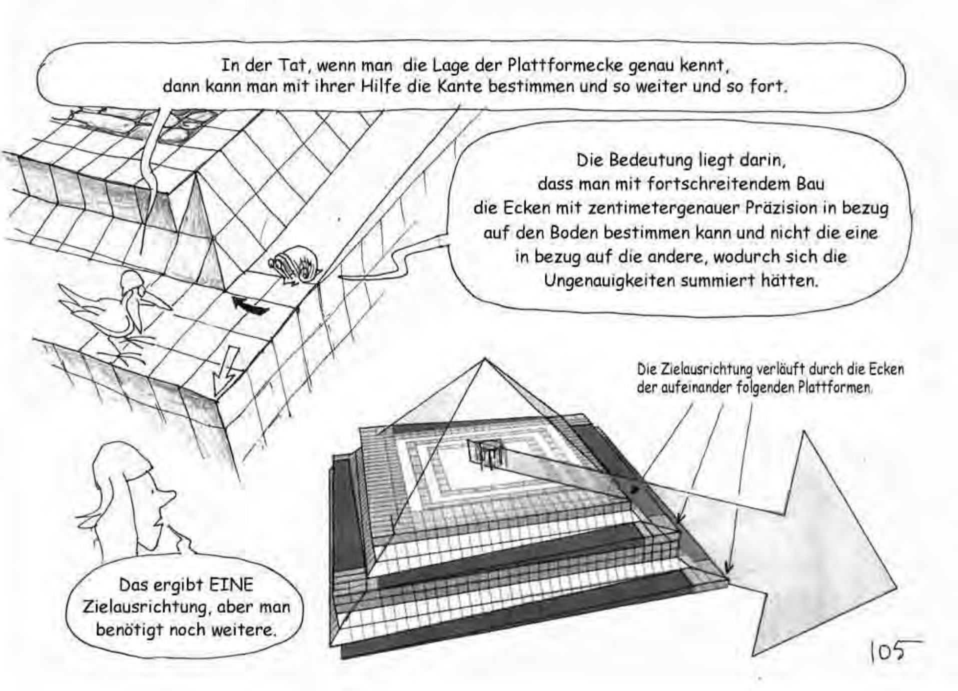
(*) Übersetzung: "Jeder Mann, der dies für mich gebaut hat,
wird dies niemals bereuen, sei er oder Träger, ich werde ihn belohnen".



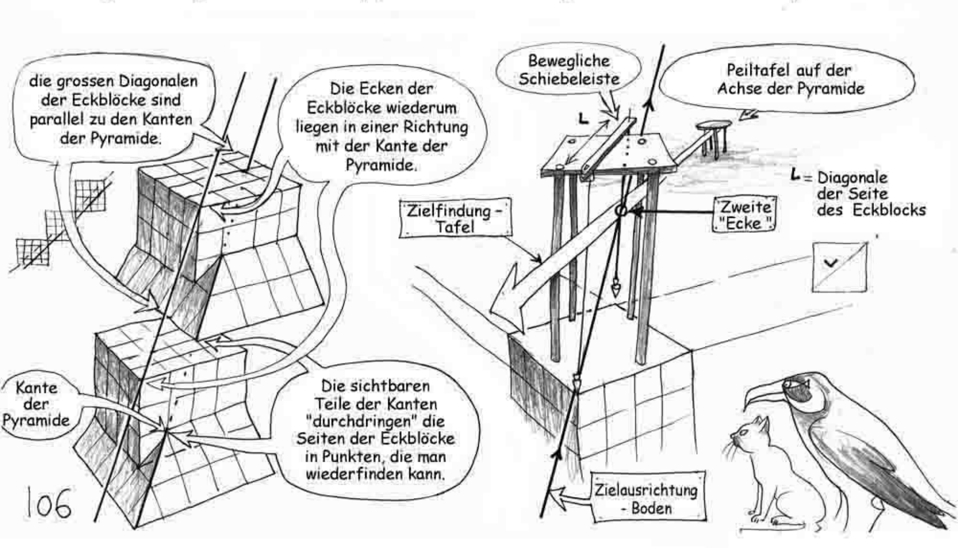
(*) Der Zugriff auf dieses Kennzeichensystem (Bleilot + Orientierungstafel) ist von dem Ägyptologen Georges Goyon gefunden worden.



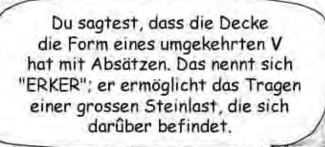
Man bedient sich anschliessend der beschwerten Fäden die zur Drehtafel gehören; diese sind so angeordnet, dass sie jeweils zu zwei und zwei mit grosser Genauigkeit in Richtung der 4 Hauptrichtungen N-S-O-W zeigen.
Drehtafel zum Anpeilen
O
S
N
E
Aber diese Richtungszeichen gehen nicht durch die Achse der Pyramide !?
4u
4u
3u
2u
Selbst wenn die Anpeilung der Wendeplattformen eine gewisse Ungenauigkeit besitzt, solange die Eckblöcke regelmässig angeordnet sind, dann ist eine Ausrichtung möglich, sofern man mit Genauigkeit die Position der Eckblöcke im Raum bestimmen kann .
3u
2u
Aufeinanderfolgende Eckstücke

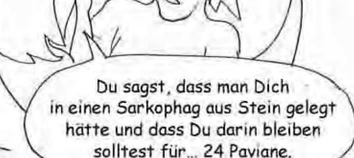

In der Tat, wenn man die Lage der Plattformecke genau kennt, dann kann man mit ihrer Hilfe die Kante bestimmen und so weiter und so fort.
Die Bedeutung liegt darin, dass man mit fortschreitendem Bau die Ecken mit zentimetergenauer Präzision in bezug auf den Boden bestimmen kann und nicht die eine in bezug auf die andere, wodurch sich die Ungenauigkeiten summiert hätten.
Die Zielausrichtung verläuft durch die Ecken der aufeinander folgenden Plattformen.
Das ergibt EINE Zielausrichtung, aber man benötigt noch weitere.

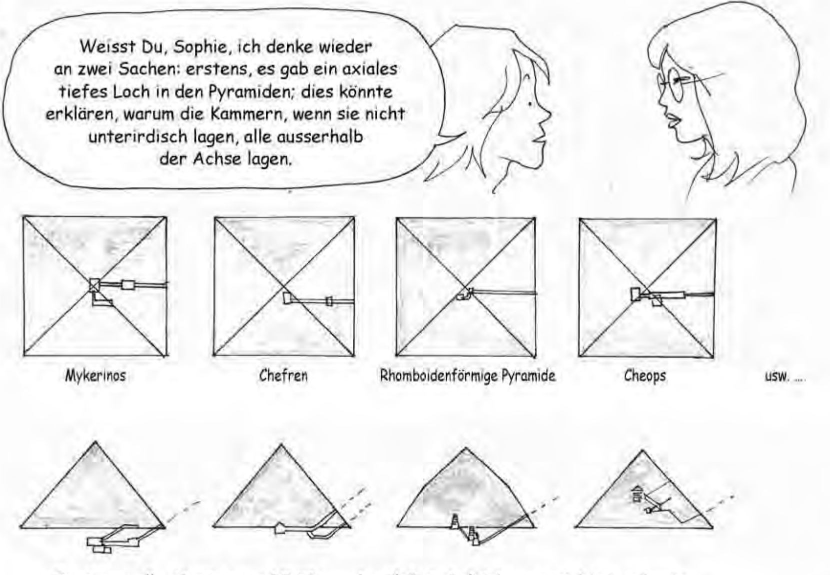
Eine solche Peiltafel erlaubt die Lokalisierung irgendeines Punktes, der sich auf der Ebene mit den Eckblöcken befindet, sofern diese in einer Reihe liegen und diese jeweils gleiche Distanz haben. Die Diagonalen der Oberseiten der Eckblöcke sind parallel zur Kantenprojektion auf diese Flächen und die grossen Diagonalen der Parallelepipeden – Eckblöcke sind parallel zu den Kanten der Pyramiden.



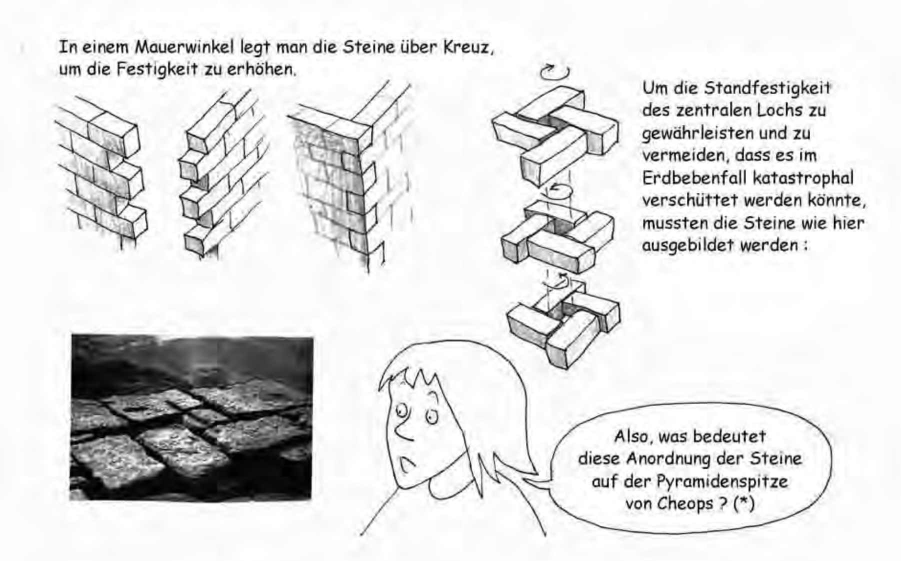

Wenn Du leben willst, so musst Du sterben.
Wir kommen wieder nach 24 Pavianen.
Anselm, was ist los ? Zuerst sprichst Du vor Dich hin und dann hörst Du nicht auf zu rufen "was sollen 24 Paviane bedeuten" ?
Haha
Ich werd Dir alles erzählen


Du sagtest, dass die Decke die Form eines umgekehrten V hat mit Absätzen. Das nennt sich "ERKER"; er ermöglicht das Tragen einer grossen Steinlast, die sich darûber befindet.
Nach dem, was Du da erzählst, könnte sich das in Daschur finden, sei es in der roten Pyramide, sei es in der von Meidoum.


Du sagst, dass man Dich in einen Sarkophag aus Stein gelegt hätte und dass Du darin bleiben solltest für... 24 Paviane.
Trotz der Anwesenheit von Sarkophagen in den Pyramiden bezweifeln einige, dass dies Gräber waren, da man niemals Reste gefunden habe, die dies beweisen könnten. Der Traum von Anselm könnte bedeuten, dass es sich um INITIIERUNGSSTÄTTEN handelte.



Zweitens: alle Abstiege und "Lüftungskanäle" sind gleich ausgerichtet und unter dem selben Winkel; das ist günstig, um sich mit Hilfe von Spiegeln zu leuchten.



(*) Hier wären Aufnahmen von Drohnen sehr willkommen.

All das scheint die Kritik von Antoine bezüglich der zentimetergenauen Kennzeichnung der Blöcke zu betreffen. Denn das bedingt einen Zugang von unten her sonst geht demjenigen, der die genaue Lage des Bleilots sicherstellt bald die Luft aus.

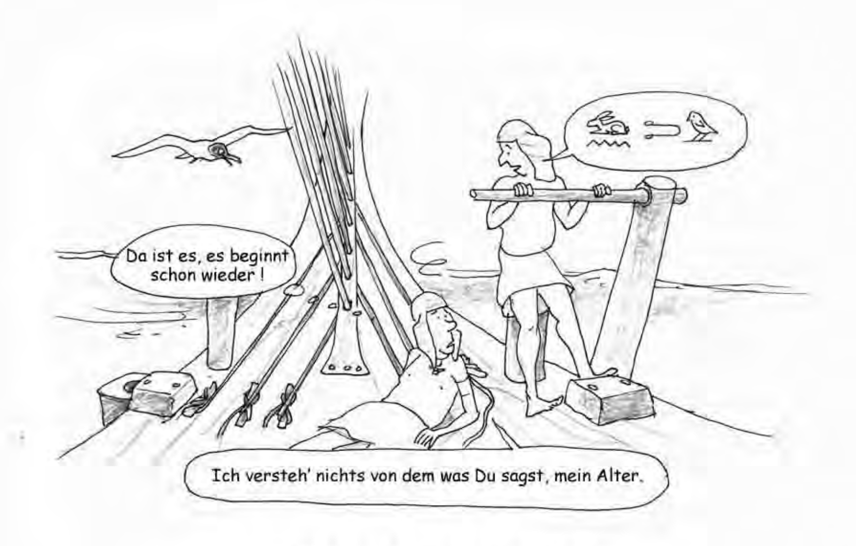




Es ist merkwürdig, dass die Pyramiden von Cheops und Chefren so etwas wie einen verstopften Zugang wenige Meter oberhalb der Bodenplatte haben, auf der sie gebaut wurden.







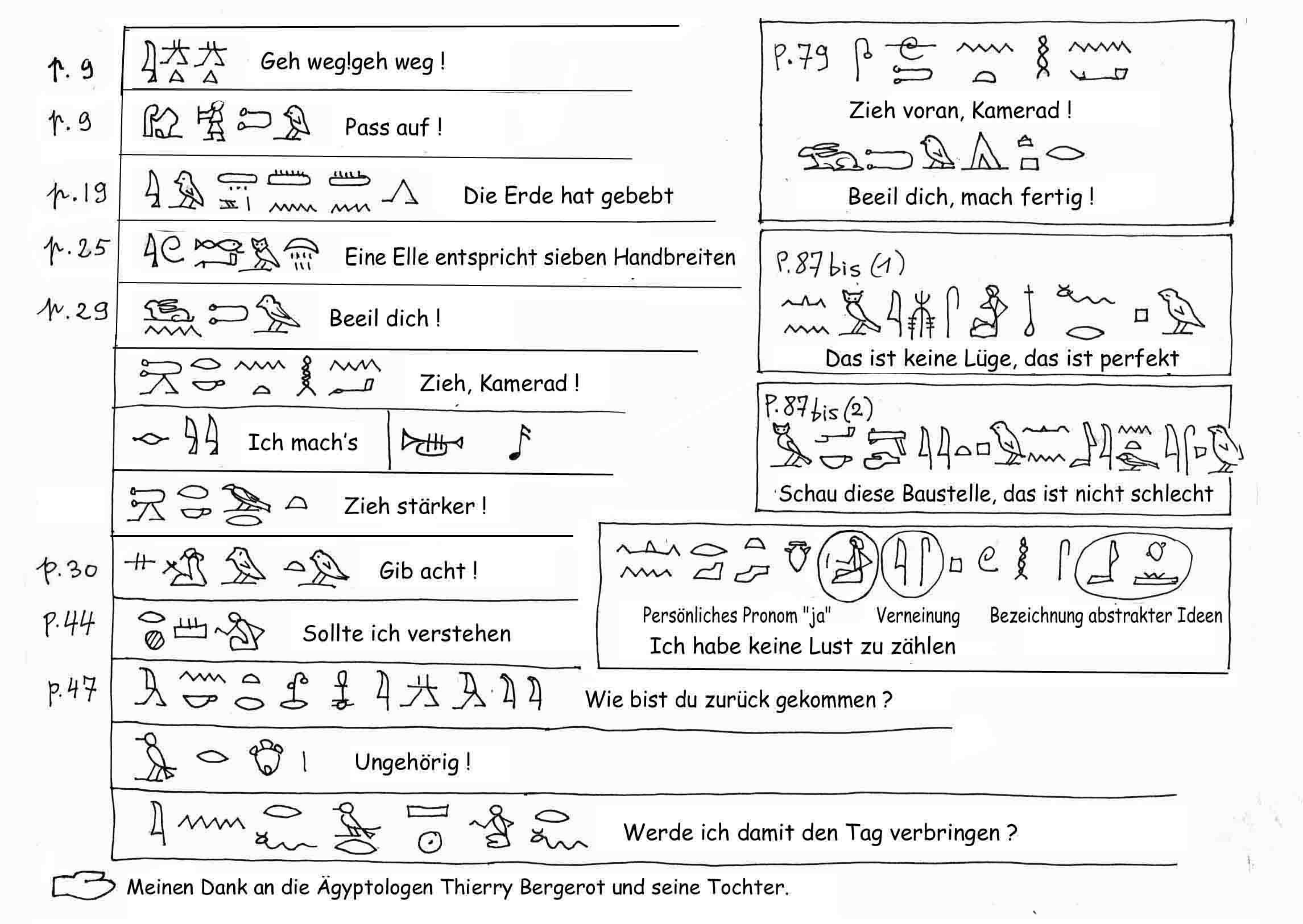
FORTSETZUNG

POST SCRIPTUM

die Tempel waren umgeben von wellblechartigen Schutzmauern um erdbebenresistenter zu sein.

Franck Monnier (*):
Warum grosse Monolithen beim Bau der Tempel und Pyramiden einsetzen ?
Um das bearbeitungsbedingte Abfallvolumen zu minimieren.

(*) http://www.egyptian-architecture.com


p. 9
Geh weg!geh weg !
p. 9
Pass auf !
p. 19
Die Erde hat gebebt
p. 25
Eine Elle entspricht sieben Handbreiten
p. 29
Beeil dich !
Zieh, Kamerad !
Ich mach's
Zieh stärker !
p. 30
Gib acht !
P. 44
Sollte ich verstehen
p. 47
Wie bist du zurück gekommen ?
Ungehörig !
Werde ich damit den Tag verbringen ?
P. 79
Zieh voran, Kamerad !
Beeil dich, mach fertig !
P. 87 bis (1)
Das ist keine Lüge, das ist perfekt
P. 87 bis (2)
Schau diese Baustelle, das ist nicht schlecht
Persönliches Pronom "ja"
Verneinung
Bezeichnung abstrakter Ideen
Ich habe keine Lust zu zählen
Meinen Dank an die Ägyptologen Thierry Bergerot und seine Tochter.